ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО ЗНАНИЕ

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»

198●

НАУКА
— ЭТО
ОСНОВНОЙ
СВЯЗУЮЩИЙ
ЭЛЕМЕНТ
МЕЖДУ
МЫСЛЯМИ
ЛЮДЕЙ,
РАССЕЯННЫХ
ПО
ЗЕМНОМУ
ШАРУ,
И
В
ЭТОМ
ОДНО
ИЗ
САМЫХ
ВЫСОКИХ
ЕЕ
ДОСТОИНСТВ.

Жолио-Кюри

НАУКА и ЧЕЛОВЕЧЕСТВО

ДОСТУПНО
И
ТОЧНО
О
ГЛАВНОМ
В
МИРОВОЙ
НАУКЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЕЖЕГОДНИК

ЧЕЛОВЕК

ЗЕМЛЯ

МИКРОМИР

ВСЕЛЕННАЯ

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

ЛЕТОПИСЬ НАУКИ

ИЗДАТЕЛЬСТВО

«ЗНАНИЕ»

МОСКВА

ISSN 0201 — 680X


1980

1962—1979

АВСТРАЛИЯ
АВСТРИЯ
АНГЛИЯ
АРГЕНТИНА
БЕЛЬГИЯ
БОЛГАРИЯ
БРАЗИЛИЯ
ВЕНГРИЯ
ВЬЕТНАМ
ГАНА
ГВИНЕЯ
ГДР
ГОЛЛАНДИЯ
ЕГИПЕТ
ИНДИЯ
ИТАЛИЯ
КАНАДА
КЕНИЯ
КОЛУМБИЯ
КОСТА-РИКА
КУБА
НОРВЕГИЯ
ПАКИСТАН
ПОЛЬША
СССР
США
ФИНЛЯНДИЯ
ФРАНЦИЯ
ФРГ
ЧССР
ШВЕЙЦАРИЯ
ШВЕЦИЯ
ШРИ ЛАНКА
ЭФИОПИЯ
ЮАР
ЮГОСЛАВИЯ
ЯПОНИЯ

1980

ГДР
И. Германн
З. Йен
ИТАЛИЯ
Л. Томатис
ПНР
М. Гермашевский
СССР
И. И. Артеменко
В. И. Бураковский
А. В. Гапонов-Грехов
И. А. Глебов
А. Б. Горстко
Г. А. Гурзадян
Ю. А. Жданов
А. В. Коломацкий
В. А. Матвеев
Р. М. Мурадян
М.-А. В. Мухамеджанов
М. И. Петелин
А. В. Петровский
В. Н. Ремесло
Э. И. Слепян
А. Н. Тавхелидзе
А. И. Тютюнников
П. Н. Федосеев
США
Дж. Лара
ФРАНЦИЯ
Дж. Дреш
ЧССР
Ч. Барта
В. Ремек
А. Тржиска
Л. Штоурач
ЯПОНИЯ
Н. Като

ПЕТР НИКОЛАЕВИЧ ФЕДОСЕЕВ
(р. 1908) — философ, академик, вице-президент АН СССР, доктор философских наук, почетный член Венгерской Академии наук, иностранный член Болгарской Академии наук, Чехословацкой Академии наук, Академии наук ГДР и Польской Академии наук, Герой Социалистического Труда. Избирался членом ЦК КПСС на XXII, XXIII, XXIV и XXV съездах КПСС, депутат Верховного Совета СССР ряда созывов.
П. Н. Федосеев — автор многих трудов по проблемам философии и социологии. Большой вклад внесен П. Н. Федосеевым в разработку проблем диалектического и исторического материализма, философских проблем естествознания. В его трудах дан анализ диалектики современного общественного развития, взаимодействия производительных сил и производственных отношений общества, роли народных масс и личности в истории, вопросов гуманизма, методологических проблем общественных наук. В последние годы вышли обобщающие работы П. Н. Федосеева, получившие широкую известность — «Коммунизм и философия», «Диалектика современной эпохи», «Марксизм в XX веке».



ПЕТР НИКОЛАЕВИЧ ФЕДОСЕЕВ

Философия и научное познание

Вопросы философии и науки, характера их взаимного влияния и социальных функций, возможностей их воздействия на различные стороны общественной жизни, на судьбы человека в мире, на его будущее всегда привлекали к себе большое внимание. Но, пожалуй, именно в наши дни, когда особую остроту приобрел вопрос о движущих силах и причинах научных революций, когда ясно осознается исторически преходящий характер различных стилей мышления и самое главное — когда существенно возросла социальная и культурная значимость науки, они проявляются в наиболее острой, порой драматической форме.

Наше время принято называть эпохой научно-технической революции. Действительно, за последние десятилетия наука и техника совершили резкий скачок вперед, открыв перед человечеством беспредельные возможности в познании законов окружающего мира и повышении уровня жизни. Вместе с тем именно в наши дни стало совершенно очевидно, что развитие науки не только открывает все новые и новые возможности в познании и преобразовании природы, но и ставит перед человечеством новые сложные проблемы, которых оно не знало еще несколько десятилетий назад. Если раньше казалось, что результаты науки всегда знаменуют прогресс и несут лишь благо для человечества, то теперь, когда теснее стали связи науки с производством и политикой, стало очевидным, что практическое применение науки может иметь негативные последствия для жизни людей. Достаточно сослаться на применение достижений научно-технической революции в военных целях, на загрязнение окружающей среды в результате неконтролируемого индустриального развития, чтобы увидеть всю серьезность проблем, которые ныне встали перед человечеством, и всю катастрофичность возможных последствий для его будущего.

Каким образом и в каких целях будут использованы поражающие воображение достижения научно-технического прогресса? Размышления над этим вопросом, естественно, актуализируют потребность глубже понять закономерности развития науки не как некоего автономного образования, развивающегося исключительно по своим имманентным законам, но как компонента сложного целого, включенного во всю систему общественно-производственных и культурных связей, а тем самым осмыслить социокультурное окружение науки, ее социальные цели и функции. Вряд ли нужно специально доказывать, что решение этой задачи требует широкого философского осмысления.

Но дело не только в возрастании социальной роли науки в современном мире. Ведь научно-техническая революция не сводится к изменению социального статуса науки. В ходе развертывания этой революции происходят коренные изменения в самой логической структуре науки, в общем ходе ее движения к новым результатам. Упомянем в этой связи о таких фактах, как отказ от редукционизма классической науки, ориентировавшейся на сведение сложного к отдельным линейным причинно-следственным связям и элементам, усложнение взаимоотношений между теоретическим и эмпирическим уровнями научного познания, уменьшение роли наглядных моделей в интерпретации научных теорий и соответствующее возрастание значения математических и логических формализмов и т. д. Становление новых тенденций в развитии науки (рост междисциплинарных исследований, тенденция к синтетическому видению исследуемых объектов и явлений, «экологизация» и «гуманитаризация» естествознания и т. д.) связано с иным, чем прежде, взглядом на механизмы и движущие силы развития науки, на методологические средства, применяемые ею. Происходит, по сути дела, «диалектизация» науки, в ходе которой все более отчетливо обнаруживается органическая слитность науки с ее мировоззренческими и методологическими

основаниями. Последние все больше вплетаются в самое «тело» науки. На этой основе, как отмечается рядом естествоиспытателей и философов, осуществляется динамичный процесс «реинтеграции» философии и частнонаучного знания, укрепляется взаимодействие философии и частных наук. Наука достигла такой стадии развития, когда ее дальнейший прогресс во многом зависит от понимания ученым логики развития познания, характера используемых абстракций и теоретических допущений, социальных последствий применения достижений науки и техники.

Взаимная заинтересованность философии и науки друг в друге имеет под собой глубокие и прочные основания. С одной стороны, всякая философия, претендующая на то, чтобы быть «духовной квинтэссенцией эпохи», на то, чтобы быть созвучной характеру и духу современной эпохи, не может проходить мимо феномена неуклонно возрастающего социального и культурного престижа науки. Обобщение и осмысление исторического опыта развития всего комплекса частных наук о природе и обществе, их новейших выводов и достижений — жизненная почва и источник развития философского знания. Коренные преобразования научного знания в период революционного развития, в период скачкообразного приращения новых теоретических объяснений связей и явлений объективного мира, будучи обобщены в системе научного мировоззрения — в теории материалистической диалектики, приводят к дополнению и углублению наиболее общих философских представлений человека об объективной действительности и самом себе. Хорошо известно, какой громадный толчок формированию научных философских представлений о природе дали, например, выдающиеся естественнонаучные достижения XIX века — открытие закона превращения энергии, клеточного строения живой материи и дарвиновская теория эволюции. Укреплению позиций диалектико-материалистического мировоззрения, обогащению его новыми положениями существенно способствуют и новейшие достижения астрономии, физики, биологии и других наук. Крушение концепции статичной, неизменной Вселенной и переход к концепции нестационарной, развивающейся Вселенной, расшифровка генетического кода и осуществление искусственного синтеза гена, открывающие возможности планомерного управления наследственностью, проникновение в глубинные нейрофизиологические механизмы функционирования мозга и человеческого сознания — вот лишь некоторые из важнейших достижений естественных наук наших дней, имеющие огромное философско-мировоззренческое значение, поскольку они прямо и непосредственно затрагивают наиболее общие представления о сущности мира и человека, перспективах социального прогресса. Именно по этим вопросам больше всего идет дискуссий и высказывается различных, порой взаимоисключающих, точек зрения. Не случайно проблемы космологии, нейрофизиологии и биологии, т. е. тех отраслей естественно-научного знания, которые развивались наиболее бурными темпами в последние десятилетия, оказались в центре внимания состоявшегося в Дюссельдорфе (ФРГ) в августе—сентябре 1978 г. XVI Всемирного философского конгресса.

Вместе с тем диалектика взаимосвязи философии и конкретных наук такова, что по мере того, как философия обогащается и совершенствуется путем обобщения данных и теоретических выводов отдельных наук, они, в свою очередь, получают возможность более успешного продвижения вперед в результате развития и совершенствования категориального аппарата философии. Философские размышления над наукой развивают самосознание науки, способствуют лучшему пониманию ее возможностей и перспектив, механизмов и движущих сил роста научного знания, характера его взаимоотношений с другими формами общественного сознания и культуры. В наши дни одним из факторов, стимулирующих укрепление органической связи философии и конкретных наук, является развитие в современной науке интеграционных процессов, в особенности на стыках общественных, естественных и технических отраслей знания. В частности, не подлежит сомнению глубокая взаимосвязь с материалистической диалектикой таких новейших методологических средств междисциплинарного синтеза, как системный подход, кибернетика, семиотика. Эта взаимосвязь восходит к самим истокам системного подхода и других современных плодотворных методологических направлений. Уже в процессе своего становления они испытали на себе влияние идей целостности, развитых передовой философской мыслью. Во многом благодаря именно философии идея системности и комплексности утвердилась в качестве одной из важнейших ценностей, определяющих стиль современного научного мышления.

Нельзя отрицать вклада, вносимого и сегодня научной философией в разработку специфического концептуального аппарата, своего рода логики и методологии комплексного исследования, которые выполняли бы функцию средства «сведения» различных «частичных» моделей того или иного объекта, полученных в ходе его исследования методами разных наук, в единую, целостную его картину. Для выполнения этой своей функции одного из логико-методологических средств междисциплинарного синтеза знания философия имеет под собой прочные объективные основания, заключенные в ней самой. Действительно, философские категории обладают всеобщим характером. Они развиваются как подытоживание всего наличного научного знания, в них

отражается видение мира с точки зрения различных отраслей знания, а не только в какой-либо отдельной науке.

Обращаясь к реальным проблемам, первоначально возникающим в той или иной частной отрасли знания, философская мысль, не будучи связанной «профессиональной» узостью подхода к этим проблемам, выявляет их общезначимый характер, стимулирует интерес к ним со стороны других отраслей научного знания. Из этого не следует, конечно, что философия сегодня в новой форме претендует на роль «науки наук». Философия разрабатывает, в том числе опираясь и на методологические средства, развиваемые самими частными науками, методологию синтеза научного знания.

Существенно и то, что привлекая внимание ученых к новым комплексным проблемам, принимая активное участие в разработке этих проблем, философия одновременно играет ведущую роль и в развитии тех контактов естествознания и технических наук с гуманитарным знанием, без которых немыслимо решение задач овладения и сознательного управления научно-техническим прогрессом, развития и рационального размещения производительных сил, охраны окружающей среды, создания оптимальных условий для труда и быта людей и т. д.

Опыт последних лет показал, что попытки выявить сущность этих и других фундаментальных проблем, поставленных всем ходом современного общественного развития, и выработать эффективную стратегию их решения без учета философско-мировоззренческого подхода и социально-политических аспектов, опираясь исключительно на специально-научные методы глобального моделирования, не увенчались успехом. Это относится в том числе и к известным докладам «Римского клуба». Суть дела заключается в том, что цели, определяющие стратегию глобального моделирования, не могут задаваться методами только частных наук; они определяются системой научного мировоззрения, должны быть научно осознанными социальными целями. Характерно, что в последних докладах «Римского клуба» наметилась тенденция к учету социальных факторов.

Таким образом, превращение комплексных исследований в магистральный путь развития современной науки не только с новой силой обнаруживает органическую связь специально-научного знания с философией, но и ведет к появлению новых форм их взаимодействия. В частности, марксистско-ленинская философия все в большей степени берет на себя функции методологически организующего центра связи и взаимовлияния различных дисциплин, возрастает значение ценностно-регулятивных функций философии, нацеленных на создание подлинно гуманистического климата, исключающего возможность использования достижений науки во вред человеку.

О первостепенном значении этой последней функции свидетельствуют, например, нынешние дискуссии по проблемам социально-этического регулирования науки, прежде всего в областях, связанных с экспериментированием на человеке. В чем сущность социально-этического регулирования научных исследований? В каких формах и кем оно может и должно осуществляться? Допустимо ли с этической точки зрения — и в каких пределах — вмешательство науки в биологические и психические процессы, происходящие в человеческом организме? — Над этими вопросами все больше задумываются ученые; они становятся предметом широкого заинтересованного обсуждения на различных международных научных форумах (так было, в частности, и на упоминавшемся нами последнем философском конгрессе), во многих статьях и книгах как философов, так и представителей различных отраслей специально-научного знания.

Некоторые ученые высказываются против какой бы то ни было социально-этической регуляции научных исследований, усматривая в ней препятствие для дальнейшего прогресса науки. С такой позицией, на наш взгляд, согласиться нельзя. Во-первых, потому, что при этом явно или неявно отождествляются два принципиально различных аспекта проблемы: управление процессами научного творчества и регулирование развития науки как определенного социального организма (планирование деятельности научных учреждений и управление ими, материально-техническое обеспечение науки и т. д.). В нашем понимании речь может идти только о втором из выделенных аспектов. Управлять научной мыслью, научным творчеством невозможно; управлять научными учреждениями, организацией науки в наше время необходимо. Было время, когда наука представляла собой достояние одиночек. Естественно, что никакой организации, никакого регулирования и управления наукой тогда не требовалось. Ныне же, когда наука превращается, а в ряде стран уже превратилась, в непосредственную производительную силу, игнорировать вопросы организации управления научными исследованиями невозможно. При этом речь не идет, во всяком случае не должна идти, о какой-либо регламентации, каком-либо сковывании научного творчества, научной мысли. Если это происходит, это уже не управление наукой, а извращение идеи управления, которое не может не принести вреда развитию научной мысли. Известно, сколь сильно деформирует науку ее организация под эгидой капитализма.

Во-вторых, огульное отрицание идеи социально-этического регулирования развития науки опирается на ложные представления о том, будто бы наука представляет собой какую-то

сферу «чистого» познания. В действительности, наука — специфическая область социально детерминированной деятельности по производству знания, в том числе знания о человеке. Она развивается в рамках противостоящих друг другу социальных систем, которые формируют коренным образом различающиеся между собой ценностные ориентации научного поиска. И если некоторые буржуазные ученые обсуждают, например, «идею» создания средствами генетики людей, специально предназначенных для выполнения определенных жестко запрограммированных функций, то марксисты решительно отвергают подобные взгляды с гуманистических позиций, присущих марксистско-ленинскому мировоззрению. Они, однако, не игнорируют тех перспектив, которые открывает «генная инженерия» для возможного (в далекой перспективе) улучшения биологической природы человека, ликвидации наследственных болезней, и подчеркивают необходимость вести эти исследования, исходя из гуманистических взглядов, подчиняя их благу человека. Вот почему этические и правовые аспекты научного исследования, вопросы социальной ответственности ученых заслуживают самого пристального внимания как представителей специальных отраслей знания, так и философов.

Разумеется, выдвижение на первый план таких относительно новых функций философии в отношении специально-научного знания, как методологически организующая роль в осуществлении комплексных исследований и ценностно-регулятивная, не следует понимать как уменьшение значимости или сокращение сферы применимости «традиционных» для философии мировоззренческой и методологической функций. Напротив, отмеченные выше изменения в социальном положении науки и закономерностях ее движения к новым результатам последовательно ведут к резкому возрастанию потребности науки в мировоззренческой ориентации, в разработке ее методологических оснований и логики движения к новым результатам. В этом смысле особенно характерны, с одной стороны, расширение того общеисторического, культурного контекста, в рамках которого в наши дни ставится и обсуждается проблема философии и специально-научного знания, с другой — существенные сдвиги в характере, методах и направленности методологической рефлексии над наукой (соединение гносеологического и социокультурного подходов к анализу теоретического мышления и его продуктов, перенос акцента со статического анализа знания на построение исторических моделей развития научного познания и т. д.).

В самом деле, ведь именно мировоззренческая функция наиболее полно выражает особенности философского знания в его отличии от конкретно-научного знания. Философия в марксистско-ленинском ее понимании представляет синтетическую форму общественного сознания, выполняющую функцию интегрирования науки, искусства, нравственности, непосредственного жизненного опыта человека в единую систему воззрений, целостность которой философией и скрепляется. Философия, как мы ее понимаем, хотя и разрабатывается не путем произвольной, субъективной рефлексии, а на основе обобщения полученных наукой данных и выводов из этих данных, не сводима к простому осмыслению результатов одной лишь науки. Она формируется и развивается на прочном фундаменте научного обобщения и осмысления с позиций передового общественного класса не какой-то отдельной стороны или формы человеческой деятельности, а человеческого существования в целом, во всем многообразии его проявлений. Философские категории воплощают в себе и философски осмысленные данные специально-научного знания, и социальный опыт, ценностное отношение человека к миру, в котором выражается жизненная позиция личности, ее потребности и интересы. Включая данные специально-научного знания в общую систему знаний, убеждений и идеалов человека, философия тем самым создает определенный способ видения мира и методологию его познания и освоения.

Конечно, каждая наука так или иначе обобщает — без этого было бы невозможно открытие законов. Однако в конкретной науке обобщение относится лишь к той области, которая изучается данной наукой. Не могут считаться всеобщими, несмотря на очень широкую сферу их применимости, и математические понятия, поскольку они касаются преимущественно лишь количественных определенностей действительности. Напротив, философские обобщения носят всеобщий, универсальный характер, т. е. выражают все фундаментальные определенности бытия: как количественные, так и качественные, как формальные, так и содержательные. Философские понятия — обобщения особого рода и с точки зрения их содержательных характеристик. Синтез совокупного опыта научного познания и социальной практики в них осуществляется под углом зрения коренных проблем человеческого отношения к миру, отношения бытия и сознания, решения основного вопроса философии. Поэтому разработка общих философских категорий и законов способствует правильному пониманию и развитию всего обобщающего аппарата современного научного познания.

Каким же образом мировоззренческие предпосылки и факторы включаются в процесс научного познания? Во-первых, философско-мировоззренческие установки определяют цели и задачи исследования, во многом обуславливают выбор проблем, подлежащих исследованию. Во-вторых, влияя на представления ученых о сущности

науки, о методологии познания, они определяют общую познавательную ориентировку ученого, активно включаются в структуру самой научно-исследовательской деятельности, формируя логическую культуру мышления. Они пронизывают все этапы научного исследования: играют существенную роль в осмыслении эмпирического уровня науки, влияют на содержание теоретических понятий, определяют критерии рациональности и научности и т. д. Одним словом, без учета социально-культурных факторов развития науки, в число которых входят и мировоззренческие предпосылки, вряд ли возможна плодотворная разработка такой методологии науки, в центре внимания которой находился бы не анализ готового, уже сформировавшегося знания, а механизмы движения науки к новым результатам, логики исторического развития познания. Этот факт, в общем-то очевидный для сторонников марксистско-ленинской философии, которой органически присущ принцип соединения гносеологического и социокультурного подходов к анализу науки, ориентирующий на постановку и анализ мировоззренческих, теоретико-познавательных и методологических проблем науки в широком культурно-историческом контексте, во взаимосвязи с материальным производством и другими формами общественного сознания, начинает признаваться и некоторыми направлениями современной буржуазной философии. Такой сдвиг в общей проблемной ориентации и стиле философствования части буржуазных философов весьма симптоматичен.

Как известно, вплоть до 60-х годов нашего столетия в буржуазной философии и методологии науки господствующее положение занимал неопозитивизм, отрицавший наличие в науке мировоззренческих проблем, призывавший отбросить мировоззренческую проблематику и ценностные подходы. Неопозитивизм пытался показать, что специально-научное знание представляет единственно аутентичную форму познания и высшую культурную ценность, способно само по себе, в изоляции от других форм общественного сознания и культуры, обеспечить ориентацию человека в мире. Однако с позиций подобного мировоззренческого нигилизма, как это теперь всем очевидно, оказалось невозможным выработать эффективную и отвечающую духу современной науки целостную программу философско-методологического анализа развития науки. Теперь и новейшие позитивистские доктрины — так называемые «постпозитивистские», к числу которых относятся «критический рационализм», «историческое направление» в философии науки и т. д., — не могут игнорировать органической связи науки с философией и мировоззрением, рассматривать обособленно проблемы философии и развития науки.

Однако, будучи вынужденными в силу самой логики развития научного познания в той или иной мере учитывать социально-детерминированный, исторический характер формирования, функционирования и развития науки, вклад в ее рост философии и других форм общественного сознания, буржуазные философы не смогли выработать необходимых для этого концептуальных средств. В результате факт мировоззренческой, социокультурной обусловленности научного познания служит основой для безудержно релятивистской и скептической интерпретации развития науки. С одной стороны, утверждается, что выводы науки всегда носят конкретно-ситуационный характер. История науки изображается как последовательность различных стилей или «парадигм» научно-теоретического мышления, не имеющих друг с другом точек соприкосновения, по существу, несоизмеримых. Метафизически абсолютизируется момент относительности, прерывности в развитии познания, результатом чего является отрицание возможности прогресса познания, отрицание идеи объективной истины. С другой стороны, ссылки на историческую и актуальную включенность науки в более широкий социокультурный контекст истолковываются в духе мнимой необходимости преодоления «чрезмерной» противоположности между наукой и антинаучными формами отношения к действительности. Тем самым фактически размываются объективные основы научной рациональности и открываются каналы для проникновения в науку мифологии, мистики и религии.

Адекватный образ науки как исторически развивающегося процесса, неотделимого от общекультурного развития, может выработать только такая философия, которая не отгораживается от науки, но в то же время и не ограничивается одним лишь освоением данных конкретно-научного познания, которая признает и последовательно реализует свою установку на научность. Возьмем, например, проблему сущности, форм и движущих сил так называемых «революций в науке», в ходе обсуждения которой западная философия науки как бы заново открывает для себя и факт культурно-мировоззренческой детерминации научного познания, и все многообразие и богатство функций философии в отношении конкретно-научного знания.

Для многих современных противников «классического» позитивизма первой половины нашего столетия те постпозитивистские доктрины, которые ориентируются на учет целостности знания, его историзма, взаимосвязей философского и научного познания, отказываются от наивно кумулятивистских взглядов на развитие науки, представляются неким «коперниканским» переворотом в философии и методологии науки. На самом же деле все постпозитивистские доктрины отнюдь не представляют собой какой-то принципиально новой ориентации, если их рассматри-

вать в более широком историческом и философско-мировоззренческом контексте, т. е. не ограничиваться только сопоставлением с неопозитивизмом первой половины нашего столетия, а учитывать магистральную линию развития философско-методологических исследований — развитие и обогащение материалистической диалектики. Все те подходы, которые только пытаются реализовать в методологическом анализе «историческое направление», «критический рационализм» и т. д., были всегда органически присущи марксистскому способу анализа научного знания. Характерно, что проблема научных революций, привлекающая к себе ныне столь большое внимание, впервые стала предметом серьезного исследования именно в марксистской философии уже в самом начале XX в. Мы имеем в виду анализ революции в физике на рубеже XIX—XX столетий, данный В. И. Лениным в работе «Материализм и эмпириокритицизм».

Диалектико-материалистический подход доказал свою эффективность, свое несомненное соответствие духу и характеру современного научного познания прежде всего потому, что все эти принципиальные общеметодологические установки реализуются в исследованиях ученых-марксистов в существенно ином философско-мировоззренческом контексте, определяемом идеями материалистической диалектики как наиболее полной, свободной от односторонностей научной теории развития. Этот подход отвергает эклектическую теорию «равнозначности» всех формообразований сознания для развития науки, так же как и представление о принципиальной «общности» науки и таких антинаучных форм отношения к реальности, как религия или мифология. Нам представляются неубедительными столь модные ныне ссылки на то, что будто бы этнография, структурная лингвистика выявили в мифологии и других ненаучных формах сознания наличие некоторой логической упорядоченности и тем самым положили конец «монополии» науки на рациональность. В этих рассуждениях научная рациональность необоснованно сводится только к формальным, структурным характеристикам без учета ее специфической содержательности. Между тем научная рациональность характеризуется не только логической последовательностью, внутренней упорядоченностью, а прежде всего объективной содержательной обоснованностью, способностью достигать истинного, поддающегося критической проверке и практически подтверждаемого знания. Мифологические и мистические построения не обладают ни одним из этих свойств. Решение проблемы лежит не на пути уравнивания науки и фантастических форм отражения действительности, а на пути углубления понимания научной рациональности.

Рассматривая науку не только как отражение реальности, но и как социально детерминированный, исторический процесс, в тесной взаимосвязи со всеми другими типами и формами материально-практического и духовного освоения действительности, диалектико-материалистическая концепция науки большое внимание придает проблемам внутренней логики развития познания. В процессе научного познания возникают многочисленные внутренние противоречия в самой науке, например, противоречия между сложившимися теориями и данными эксперимента, между новыми и старыми концепциями и идеями. Изучение такого рода внутренних противоречий имеет большое значение для понимания путей и законов развития научного познания, в том числе истоков научных революций. И здесь обнаруживается методологическое превосходство диалектико-материалистического понимания революций в науке над постпозитивистскими представлениями о механизмах роста научного знания. Как правило, постпозитивисты ограничиваются исследованием социально-психологического контекста функционирования и развития научного знания, подвергают сомнению существование каких-либо рациональных, логических структур, детерминирующих рост знания. Между тем, как показывает опыт истории философии, понять закономерности формирования нового знания в науке можно только в том случае, если не ограничиваться учетом идеалов и ценностей ученых, субъективных побудительных мотивов их деятельности, а идти дальше, анализировать те объективные предпосылки и связи, которые лежат за этими побудительными мотивами и определяют их. В тех же случаях когда признается наличие некоторых собственно логических факторов роста знания, как это имеет место в «критическом рационализме», состав последних понимается крайне узко — признаются только формально-логические средства. Поэтому и в этих концепциях начисто отрицается сама возможность разработки логики научного открытия, а функции логических средств сводятся к тому, что они служат одним из средств, помогающих фальсификации, опровержению уже сформулированного научного утверждения.

Наконец, раскрывая объективную логику движения научного познания, становления целостной научной картины мира, марксистская концепция науки выявляет диалектическую связь непрерывности и прерывности, преемственности и революционных преобразований в научном прогрессе. Такая диалектика характерна как для развития естествознания, так и для прогресса общественных наук.

Научные революции — узловые моменты в процессе формирования целостного научного видения мира, в установлении связей между отдельными отраслями научного познания. Сколь бы ни было спокойным эволюционное развитие знаний,

оно сопряжено с открытием явлений, при объяснении которых с точки зрения господствующих теоретических концепций возникают серьезные затруднения и проблемы. В периоды научных революций особенно ярко проявляются творческие стороны человеческого мышления как целостного инструмента теоретического овладения миром, формируются наиболее фундаментальные теоретические обобщения, меняется сам способ научного объяснения и видения окружающей действительности. «Послереволюционное» развитие науки так или иначе питается соками предшествовавшей научной революции.

Но в то же время научная революция немыслима без подготовительной работы, приходящейся на эволюционные стадии в развитии познания. Революционные идеи так или иначе обусловлены познавательной ситуацией, складывающейся на всем фронте науки. Новые научные положения обосновываются и получают статус научности путем соотнесения с уже сформировавшейся системой знания, осмысляются с учетом того, что уже получило обоснование, что уже подтверждено практикой и историей познания. В плане понимания диалектики преемственности и прерывности, скачкообразности в развитии научного познания существенно и то, что научные теории представляют собой сложные концептуальные образования, разные элементы которых возникли в разное время и эволюционируют различными темпами. Поэтому даже наиболее радикальные сдвиги в ходе развития науки в разной степени и далеко не одновременно затрагивают различные элементы сложившейся системы научного знания — пересмотр, уточнение или же отказ от одних ее элементов совершается при сохранении других. Уже по одной этой причине научные революции, знаменующие становление и утверждение качественно новых типов или стилей научного мышления, не могут трактоваться в духе теории катастроф, в духе полной несовместимости и несоизмеримости продуктов в научной деятельности разных исторических эпох.

Будучи наиболее продуктивными с точки зрения реализации философией ее мировоззренческой функции, научные революции оказываются в то же время наиболее сложными для осуществления методологических функций философии. И дело здесь не только в том, что в такие периоды быстрыми темпами перестраивается и обогащается новым содержанием система научного знания, но одновременно претерпевает существенные изменения образ науки в целом, представления о характере, направлениях и средствах методологической рефлексии над наукой. Известно, например, что современный переворот в науке — нынешняя научно-техническая революция — привела к возникновению качественно новой ситуации в методологии науки: возникли специально-научные приемы и средства анализа науки, выполняющие функцию частных, вспомогательных методологических регуляторов движения познания к истине. Ныне значительная часть методологических разработок осуществляется с помощью формально-логических методов или методов системного анализа. Однако ни в отдельности взятые, ни в их совокупности они не могут претендовать на роль всеобщей методологии науки. Эту функцию может взять на себя только философия. И именно материалистическая диалектика осуществляет ее в современных условиях наиболее эффективным образом. Изучая природу и возможности научного познания, отношение научного знания к действительности, марксистско-ленинская философия ориентируется на поиск всеобщих оснований науки, условий истинности и достоверности научного знания, предпосылок и механизмов его формирования и тем самым объективно выступает в роли всеобщей методологии научного познания.

В. И. БУРАКОВСКИЙ

Хирургия сердца

Дж. ЛАРА

Роль рениновой системы в возникновении гипертонии

А. В. ПЕТРОВСКИЙ

Психология коллектива

И. И. АРТЕМЕНКО

Новые исследования археологов Украины

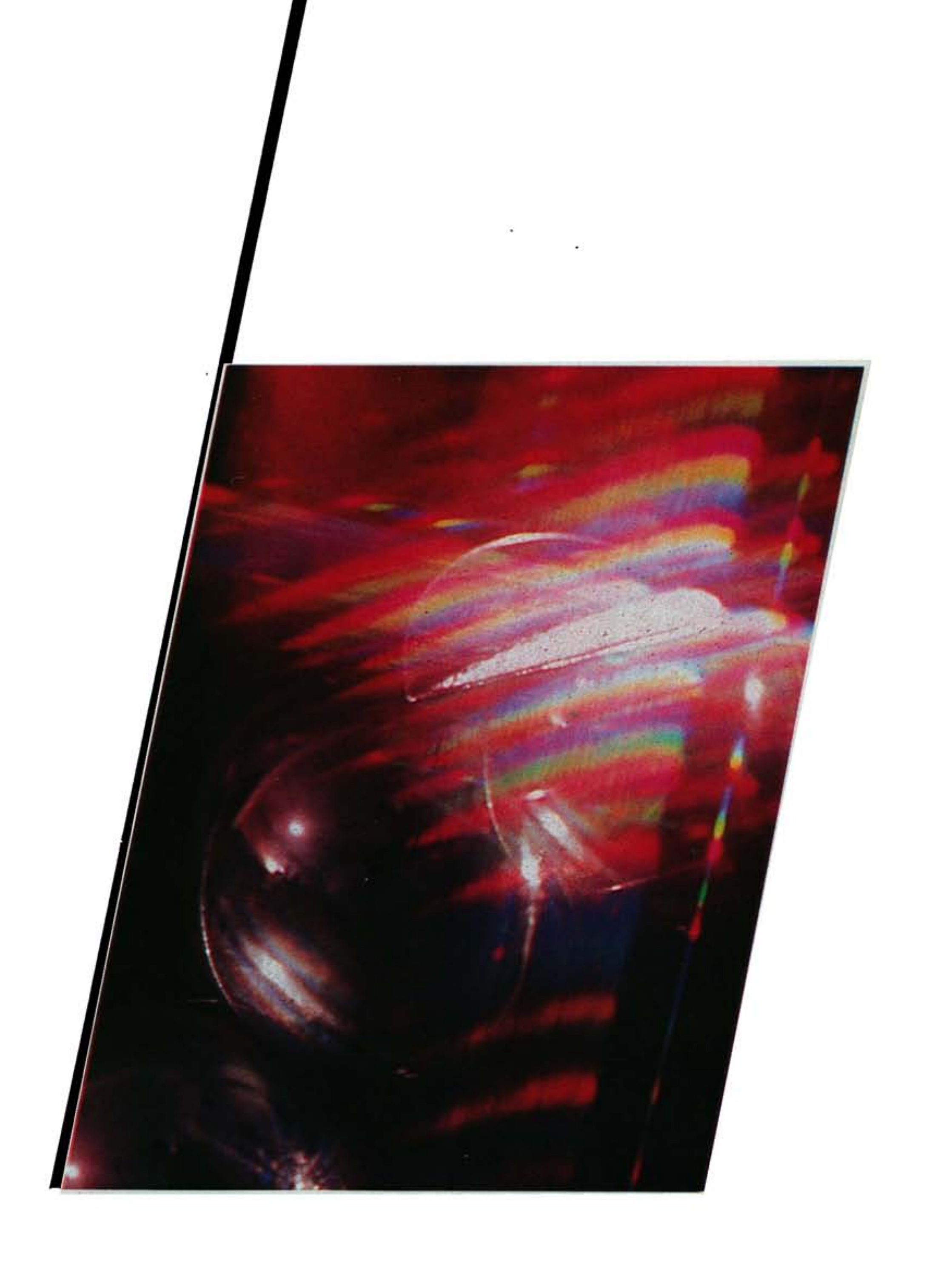
И. ГЕРМАНН

История и культура северо-западных славян

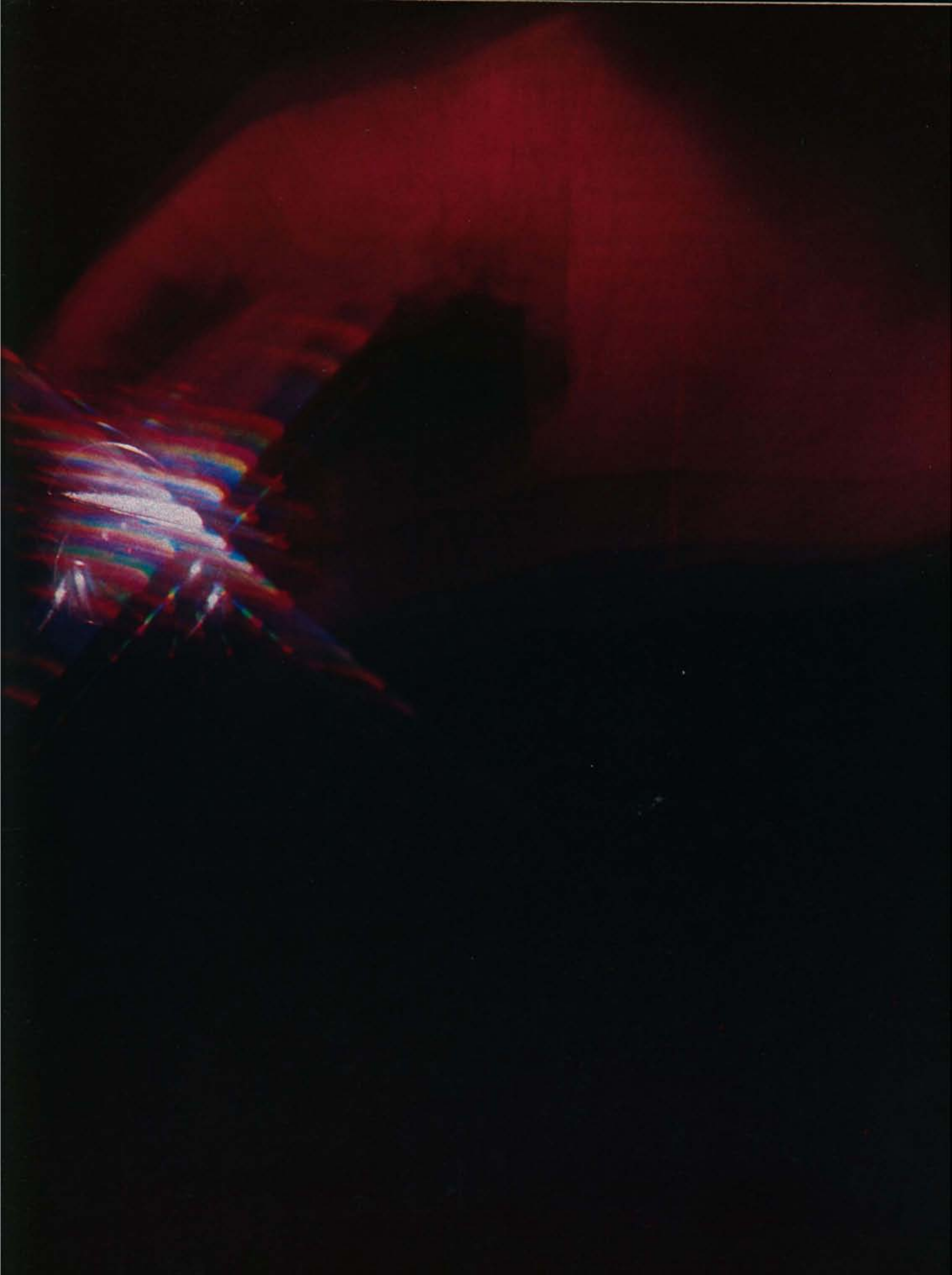
ЧЕЛОВЕК

*ТЕБЕ
ПРИРОДОЙ
УМ
ДАЛЬНОВИДНЫЙ
ДАН...*

Гораций







ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ БУРАКОВСКИЙ (р. 1922) — кардиохирург, доктор медицинских наук, академик АМН СССР, директор Института сердечно-сосудистой хирургии имени академика А. Н. Бакулева АМН СССР, лауреат Ленинской и Государственной премий.

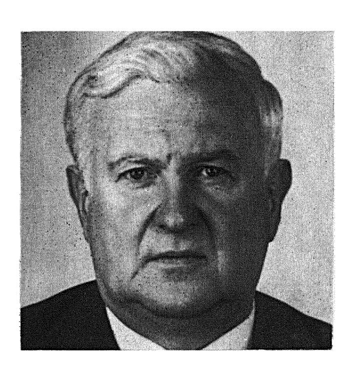
Родился в Тбилиси. В 1946 окончил Тбилисский медицинский институт. С 1946—1950 работал в Военно-медицинской академии имени С. М. Кирова. В 1952 защитил кандидатскую диссертацию, а в 1963 — докторскую.

С 1960 по 1966 заведовал отделением врожденных пороков сердца Института сердечно-сосудистой хирургии имени академика А. Н. Бакулева АМН СССР, а с 1966 является директором этого института.

Работы В. И. Бураковского посвящены различным вопросам анестезиологии, искусственного кровообращения, реаниматологии, гипербарической оксигенации.

Долгие годы он занимался изучением вопросов хирургии легких, затем хирургии врожденных пороков сердца, а в последнее время — такими проблемами, как хирургическое лечение коронарной болезни и приобретенных пороков сердца.

За разработку методов диагностики и хирургического лечения врожденных пороков сердца в раннем детском возрасте и внедрение этих методов в клиническую практику В. И. Бураковский удостоен в 1973 Государственной премии СССР, а за цикл работ в области гипербарической оксигенации и внедрение этого метода в хирургию сердца в 1976 была присуждена Ленинская премия.



ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ БУРАКОВСКИЙ

Хирургия сердца

Хирургия сердца представляет собой огромный и очень важный раздел клинической медицины. Благодаря ее развитию наметился значительный прогресс в лечении сердечно-сосудистых заболеваний. Успехи же самой кардиохирургии связаны с развитием целого ряда наук.

Наш замечательный соотечественник академик П. Л. Капица в интересной статье, которая опубликована в книге «Наука о науке» (М., 1966), отмечает, что современная исследовательская работа по своей сути — коллективный труд. При этом необходимо «целесообразно расставить силы, чтобы все стороны решаемой проблемы развивались гармонично».

Развитие хирургии сердца и сосудов зависит в первую очередь от степени знаний патологии, физиологии сердечно-сосудистых заболеваний на всех уровнях, включая ультраструктурный, от новейших исследований в области анестезиологии, реаниматологии, искусственного кровообращения, гипербарической оксигенации, переливания крови* (зародившихся в хирургических клиниках и лабораториях), математики, физики, химии (в частности, химии полимеров), а также от охвата и глубины изучения общебиологических процессов: иммунологии (в частности, тканевого иммунитета), биофизики, обмена электролитов в организме и т. д.

Значение хирургии сердца трудно переоценить.

Сотни тысяч людей нашей планеты погибают от инфаркта миокарда. Более половины таких больных страдает стенокардией, устойчивой к терапевтическому лечению, и около трети из них нуждается в операции, предотвращающей развитие инфаркта миокарда.

По данным Всемирной организации здравоохранения, 10% населения земного шара страдает гипертонической болезнью, в том числе так называемой симптоматической гипертонией, т. е. гипертонией, связанной либо с нарушениями кровообращения в почках, либо с другими локальными причинами. Этих больных можно прооперировать и восстановить у них нормальное кровообращение в почках, а следовательно, и восстановить нормальное артериальное давление.

Огромную роль в развитии хирургии сердца сыграло важнейшее достижение XX в. — искусственное кровообращение. Именно благодаря его усовершенствованию хирурги получили возможность выполнять тончайшие и сложнейшие операции на остановленном, неработающем сердце. Суть искусственного кровообращения заключается в том, что вся кровь из организма поступает в специально сконструированный аппарат, который заменяет на определенный период (до трех—шести часов!) функцию сердца и легких (рис. 1). Венозная кровь в аппарате насыщается кислородом, очищается от углекислоты и специальными насосами возвращается обратно в организм, поддерживая его жизнедеятельность во время операции на сердце (рис. 2).

Аппарат искусственного кровообращения, созданный впервые отечественными исследователями С. С. Брюхоненко и С. И. Чечулиным, был применен в эксперименте советским хирургом Н. Н. Теребинским для изучения жизненных функций изолированной головы собаки (рис. 3, 4). Н. Н. Теребинский еще в 1930 г. впервые в мире использовал аппарат искусственного кровообращения при операциях на клапанах сердца у собак.

В хирургических центрах осуществлены уникальные исследования влияния на организм искусственного кровообращения. Эти исследования позволили сделать данный метод безопасным, разработать различные методы его проведе-

* См. статьи академика Б. В. Петровского «Некоторые достижения восстановительной хирургии» и «Достижения современной хирургии», опубликованные в ежегоднике «Наука и человечество». 1967, 1976. — Ред.

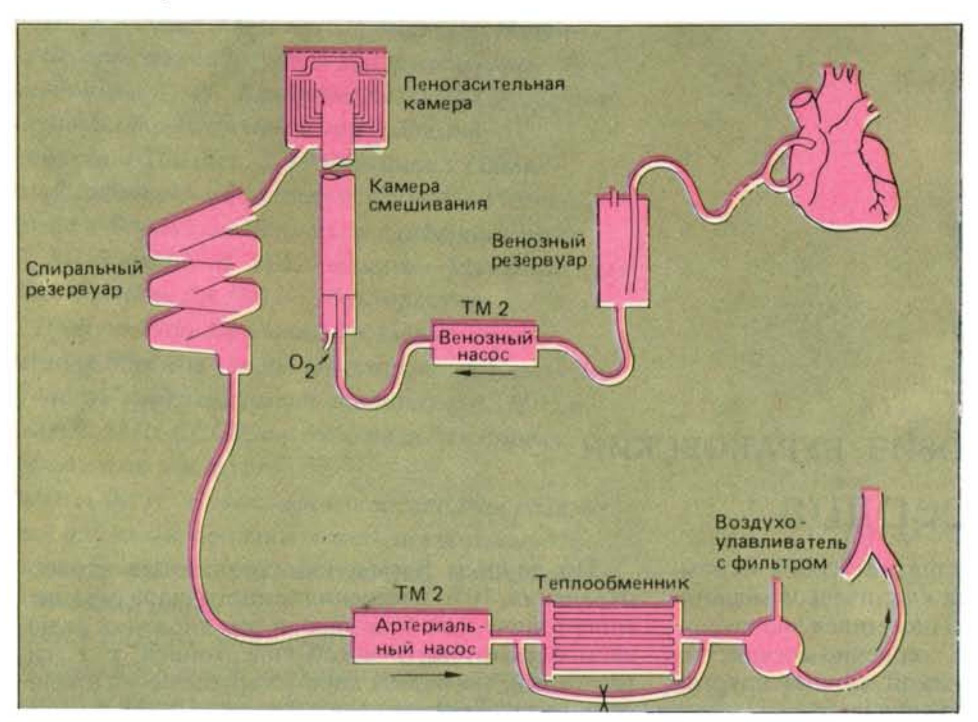


Рис. 1. Схема искусственного кровообращения. Кровь из сердца поступает в венозный резервуар, а затем с помощью венозного насоса в камеру смешивания, пеногасительную камеру и в спиральный резервуар, который играет роль легких, где происходит обмен газов, затем через артериальный насос и теплообменник кровь возвращается обратно в организм уже в артериальную систему

ния. В частности, очень интересен метод применения искусственного кровообращения с заполнением аппарата эритроцитами длительного срока хранения, вначале замороженными, а перед самой операцией вновь размороженными. Оказалось, что эти эритроциты пригодны для переливания в организм даже тяжело больного и могут, естественно, применяться при искусственном кровообращении.

Развитие хирургии сердца и сосудов зависит и от внедрения в клиническую практику метода зондирования сердца и коронарографии.

Метод зондирования заключается во введении зонда под контролем рентгеновских лучей через одну из периферических вен либо артерий в полость сердца и магистральные сосуды (рис. 5). Через зонд можно ввести контрастное вещество в необходимый сосуд или отдел сердца и получить его четкое изображение (рис. 6,7,8). Кроме того, зондирование позволяет определить с большой точностью все нарушения внутрисердечного кровообращения: измеряется давление в магистральных сосудах и в полостях сердца, забираются пробы крови из различных полостей сердца для газового анализа (т. е. для определения насыщения крови кислородом), записываются кривые давления (рис. 9).

Более трех четвертей больных, которые оперируются по поводу заболевания сердца и сосудов, подвергаются такому зондированию для уточнения диагноза, выявления специфики анатомических изменений сердца и для изучения внутрисердечного кровообращения.

Значительную роль в развитии такого раздела хирургии сердца и кардиологии, как учение об ишемической болезни сердца, сыграл метод коронарографии. Метод заключается во введении специального зонда в устье коронарных артерий, которые отходят от аорты в самом ее начале и питают мышцу сердца.

После введения конца этого зонда в устье коронарной артерии в нее наливается контрастное вещество и производится скоростная киносъемка. Исследователь получает на снимке точное изображение коронарной артерии и может установить наличие повреждения сосуда, в частности, увидеть участок сужения (рис. 10,11), определить состояние кровообращения в сердце, в том числе коллатеральное кровообращение, т. е. кровообращение в обход нарушенных участков.

Хирургия сердца дала возможность разработать и применить на практике ряд новейших методов лечения болезней, ранее неизлечимых. Так совсем недавно (с 1960 г.) получил широкое развитие новый раздел современной хирургии — протезирование клапанов сердца. Клапаны сердца наиболее часто поражаются ревматическим процессом, однако они могут быть патологически изменены и вследствие эндокардита — воспаления внутренней выстилки сердца и клапанного аппарата.

Часто наблюдается также нарушение в развитии клапана у больных с врожденными пороками сердца. Поражение клапана ведет к нарушению его функции: либо вследствие слипания створок клапана и их сращения образуется сужение одного или нескольких внутрисердечных отверстий, либо клапан деформируется, подтягивается, что обусловливает развитие порока — клапанной недостаточности (рис. 12,13). Как значительное

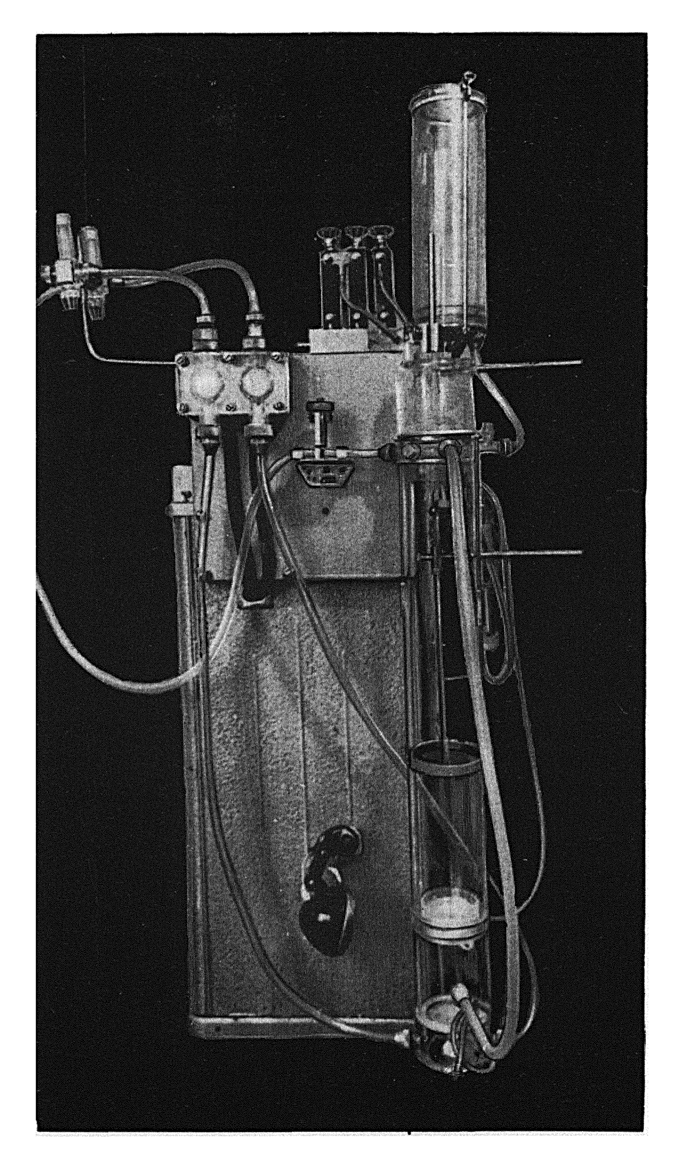
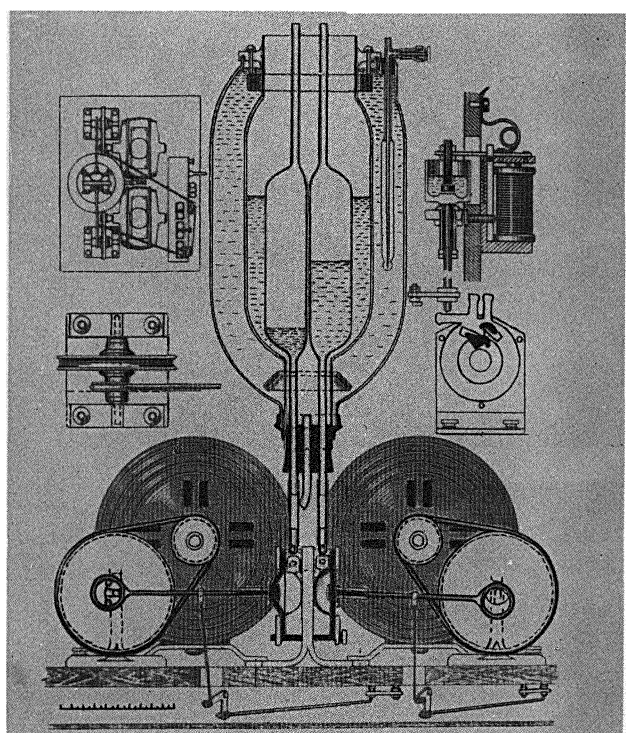


Рис. 2. Общий вид одного из современных аппаратов искусственного кровообращения, изготавливаемых в Советском Союзе



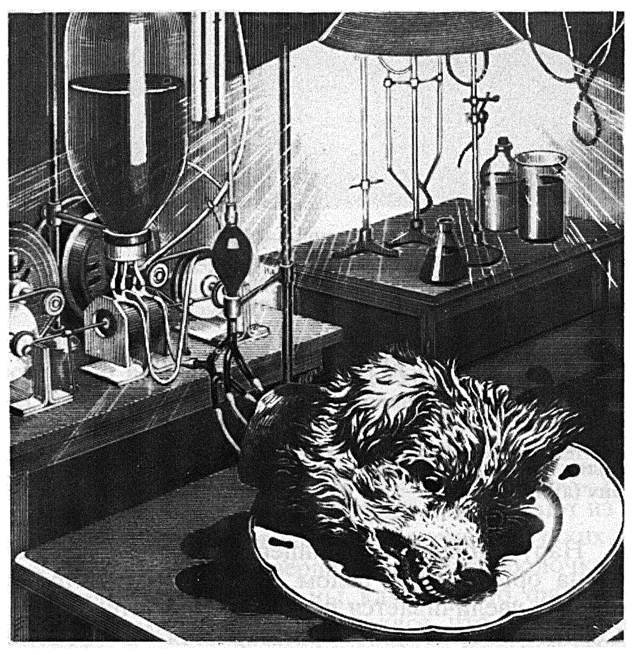
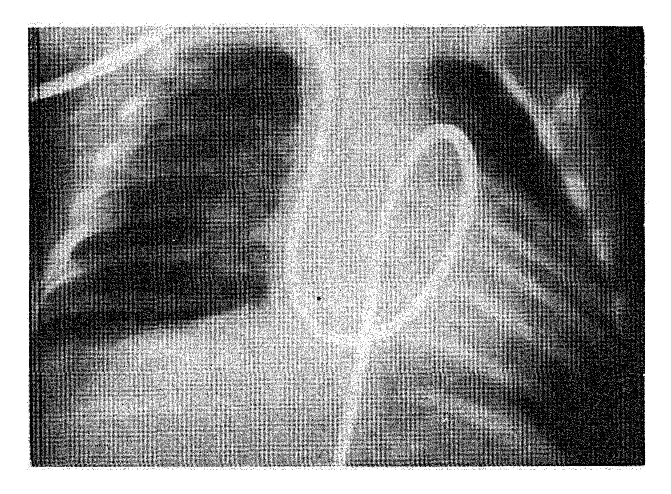
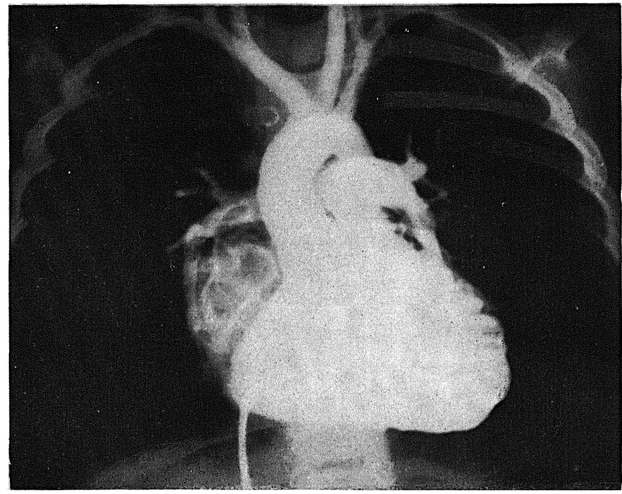


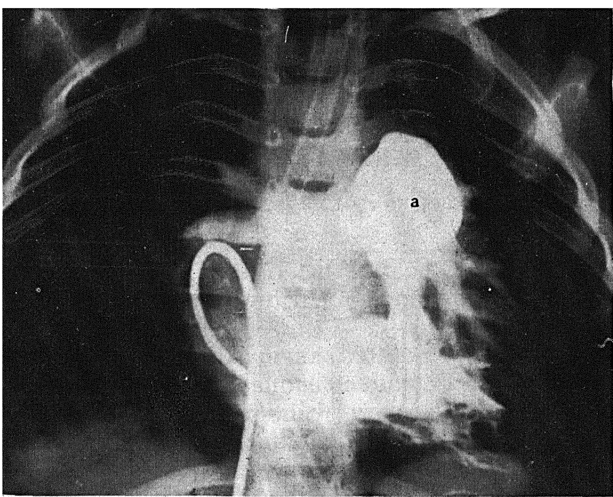
Рис. 3. Аппарат искусственного кровообращения, сконструированный С. С. Брюхоненко и С. И. Чечулиным. Это прототип первого в мире аппарата искусственного кровообращения. Авторы его назвали «автожектором»

Рис. 4. Фотография эксперимента по «оживлению» головы собаки

сужение одного из отверстий, так и клапанная недостаточность приводят к тяжелым нарушениям внутрисердечного кровообращения — внутрисердечной гемодинамики. Например, при недостаточности аортального клапана страдает его замыкательная функция. Поэтому в момент диастолы сердца, когда оно наполняется артериальной кровью из левого предсердия, значительная часть крови из аорты, уже выброшенной из сердца по направлению ко всем органам и тканям организма, возвращается обратно в камеру левого желудочка. Это ведет к значительной перегрузке левого желудочка, снижению диастолического давления в аорте иногда до нуля и резкому повышению максимального артериального давления.







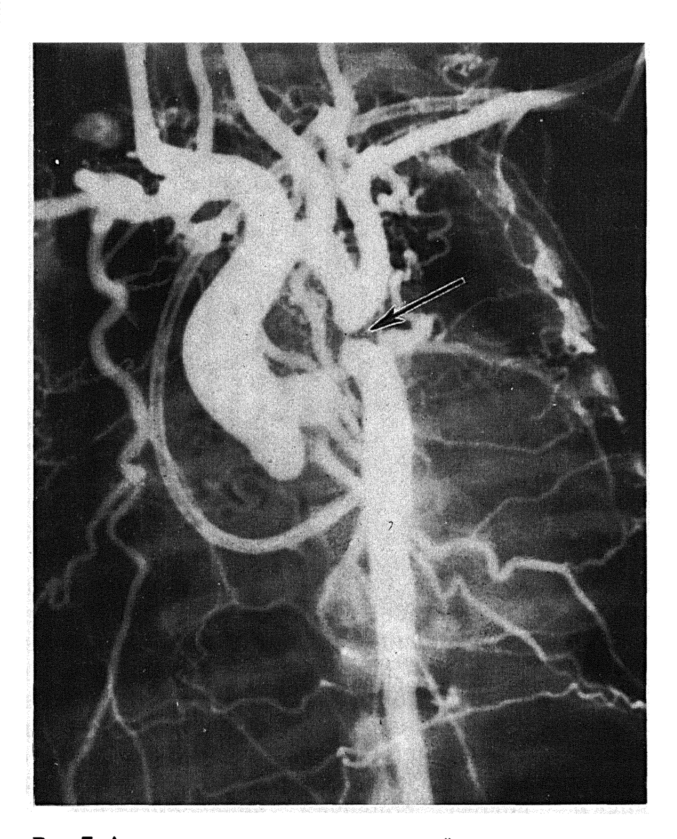


Рис. 5. Рентгенограмма грудной клетки, снятая во время зондирования сердца. Зонд введен в полость сердца, а затем через дефект в сосуде проведен в нисходящую аорту

Рис. 6. Ангиокардиограмма при одном из довольно распространенных пороков сердца — клапанном стенозе легочной артерии. Контрастное вещество через зонд введено в правый желудочек. Видно, как из правого желудочка заполнились резко расширенная легочная артерия (а) и ее ветви

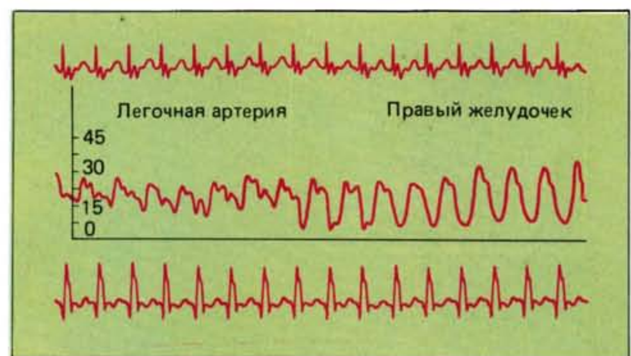
Рис. 7. Ангиокардиограмма при сложнейшем и очень тяжелом пороке сердца. Дети с данным пороком страдают острым кислородным голоданием, слизистые и кожные покровы у них синего цвета. Это кислородное голодание обусловлено сбросом крови из правого желудочка (венозной крови) в аорту. На ангиограмме видно, как контрастное вещество, введенное в правый желудочек, заполняет одновременно и легочную артерию, и аорту через дефект в межжелудочковой перегородке

Рис. 8. Ангиограмма. Больной грудной ребенок с резким сужением (у стрелки) большого магистрального сосуда — аорты. Контрастное вещество введено в аорту. Это дало возможность со всей неоспоримостью поставить диагноз

Нарушение кровообращения очень сказывается на организме в целом. Развивается застой в легких, увеличивается печень, появляются отеки. Сердце значительно расширяется в объеме (рис. 14), стенки его гипертрофируются, и постепенно в мышце сердца развиваются тяжелые дистрофические процессы. Единственным методом лечения клапанных пороков сердца является операция, направленная на их замену.

Какие же искусственные клапаны сердца сейчас используют хирурги? В настоящее время хирурги нашей страны имеют клапаны отечественного производства разнообразных конструкций. Клапаны, которые имплантируются





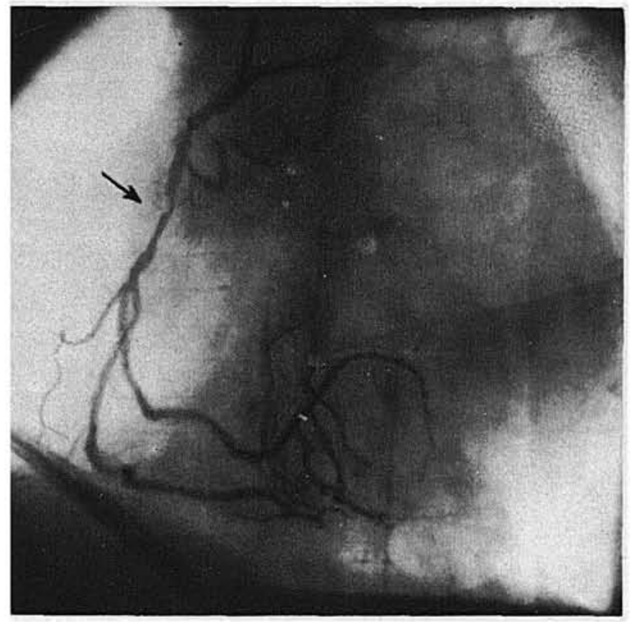




Рис. 9. Запись кровяного давления из полостей сердца
Вторая кривая сверху — кривая давления. Запись выполнена из легочной артерии и правого желудочка. В норме давление должно быть в легочной артерии и правом желудочке одинаково, однако из-за сужения путей оттока из правого желудочка давление в нем повышено до 78—80 мм рт. ст. После операции и устранения сужения давление в правом желудочке стало нормальным (пятая кривая). На первой и четвертой кривых записано давление и одновременно с ним электрокардиограмма (третья и шестая кривые)

Рис. 10. Коронарограмма при ишемической болезни сердца. Видна заполненная контрастным веществом правая коронарная артерия, питающая большой отдел мышцы сердца. Стрелкой показано резкое сужение коронарной артерии атеросклеротической бляшкой

Рис. 11. Контрастное вещество введено в левую коронарную артерию. Виден (у стрелки) почти полный перерыв ее ствола

(пересаживаются) на место удаленного, можно разделить на две категории. Клапаны одной категории целиком состоят из полимерных материалов и специального каркаса, который может быть создан из тех же материалов, либо из металла (как правило, тантала или нержавеющей стали). Запирающий элемент клапана состоит из шарика, полусферы или имеет чечевицеобразную форму. Эти элементы производятся из полимеров, либо из пиролитического углерода (пиролита).

Клапаны другой категории основаны на принципе использования биологической ткани. Это могут быть клапаны, взятые у животных, у трупа; или же клапанный аппарат выкраивают из плотных тканей человеческого организма, таких, как перикард, либо твердая мозговая оболочка. Все биологические клапаны, как правило, фиксируются на металлическом каркасе, что дает возможность придать им определенную форму. Биологическая ткань обрабатывается, причем методы обработки самые разнообразные (рис. 15,16).

Показания к операции ставятся очень продуманно и четко. Протезирование клапанов делается только больным с очень сильно и необратимо измененными клапанами, расширенным и увеличенным в объеме сердцем при наличии признаков сердечной недостаточности или сопутствующих изменений в сердце, например тромбов,

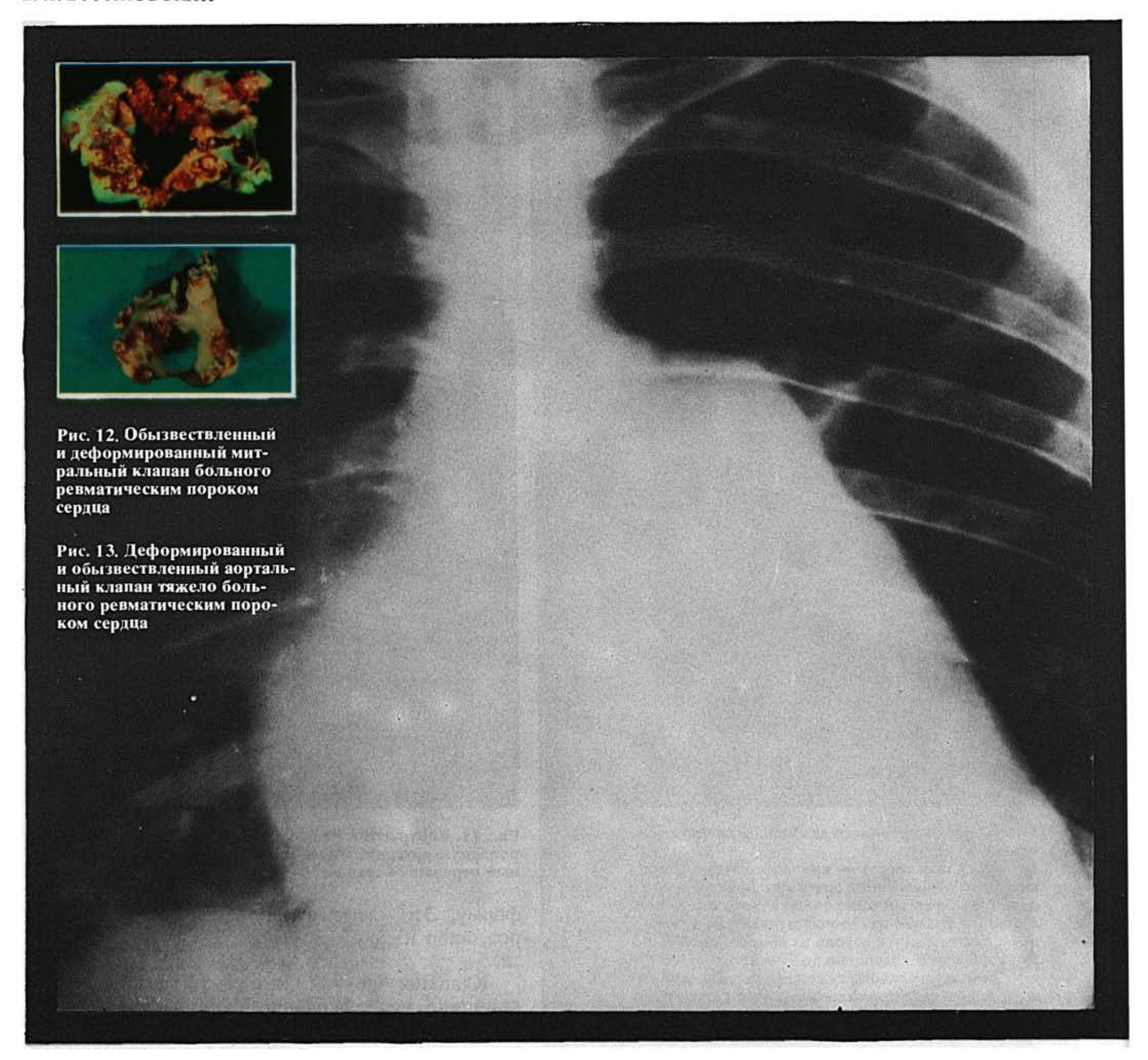


Рис. 12. Обызвествленный и деформированный митральный клапан больного ревматическим пороком сердца

Рис. 13. Деформированный и обызвествленный аортальный клапан тяжело больного ревматическим пороком сердца

которые могут осложнить течение порока. Операция выполняется в условиях искусственного кровообращения, т. е., как уже сказано, на период работы хирурга внутри сердца функцию сердца и легких выполняет аппарат искусственного кровообращения. Пораженный клапан иссекают и специальными швами крепят на его место клапан искусственный (рис. 17).

Отдаленные результаты протезирования клапанов сердца весьма ободряющи. Очень убедительно следующее наблюдение (рис. 18). Если больных с пороком аортального клапана не оперировать, то через шесть лет в живых остается только 5%, а при условии выполненной операции, как показано на графике, в живых остается через те же шесть лет 75%. Протезирование клапанов — это замечательное достижение современной медицины.

Хирургическое лечение ишемической (коронарной) болезни сердца уже долгие годы привлекает внимание советских исследователей*. Однако первые операции относятся лишь к 1966—1968 гг.

* См. статьи академика АМН СССР Е. И. Чазова «Борьба с инфарктом миокарда» и «Пути развития советской кардиологии», опубликованные в ежегодниках «Наука и человечество. 1973» и «Будущее науки» (выпуск десятый), 1977. — Ред.

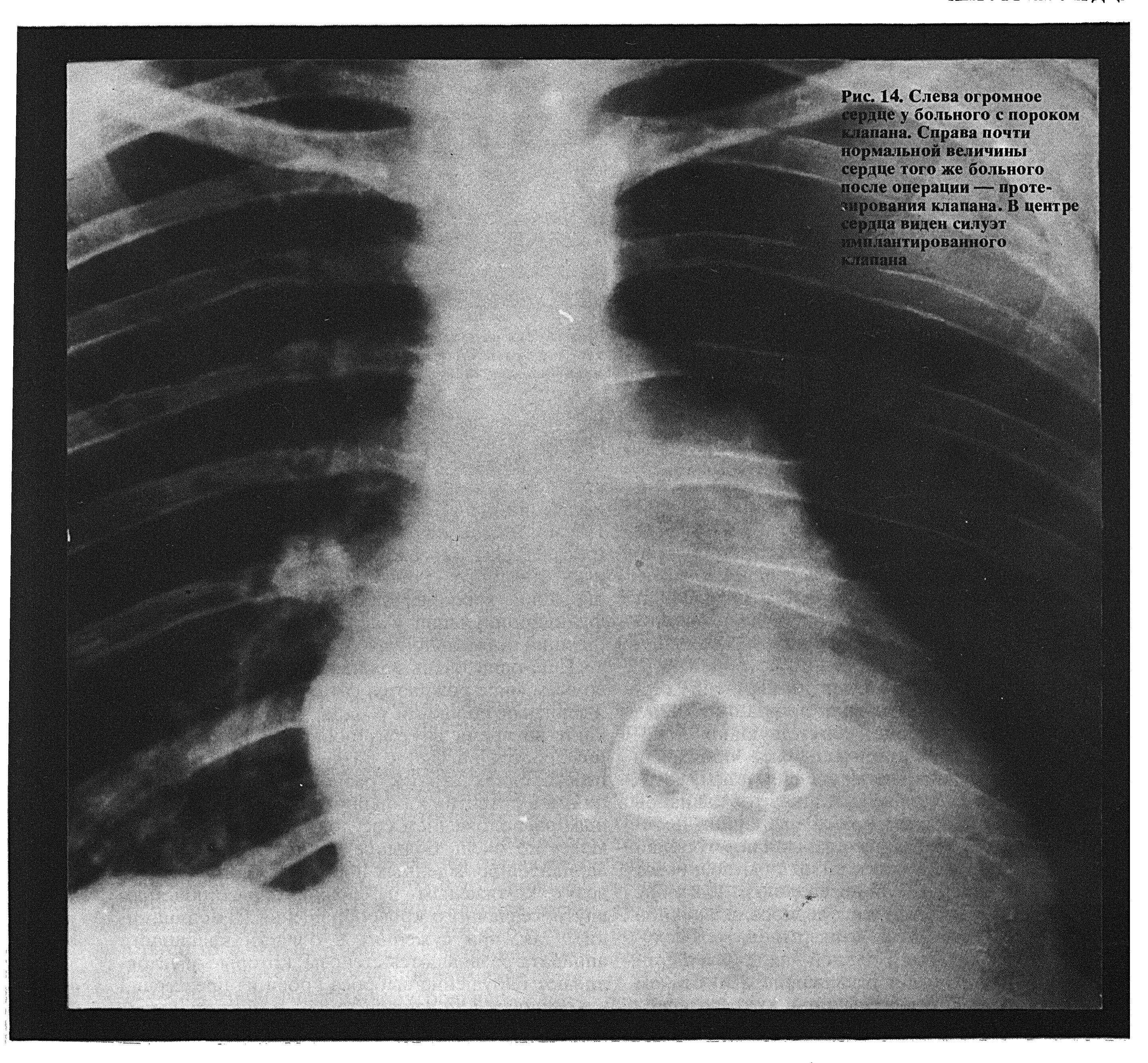


Рис. 14. Слева огромное сердце у больного с пороком клапана. Справа почти нормальной величины сердце того же больного после операции — протезирования клапана. В центре сердца виден силуэт имплантированного клапана

Исследуя причины развития инфаркта миокарда, ученые обнаружили, что коронарные артерии, т. е. артерии, питающие мышцу сердца, у больных с развившимся инфарктом сужены, как правило, в начальных участках, вблизи аорты (рис. 19). Конечно, поражаются атеросклеротическим процессом и более дистальные (отдаленные) их отделы. Однако, как ни странно, дистальное русло остается непораженным, в то время как патологически изменяется основная магистраль в начальных отделах коронарной артерии (см. рис. 10,11). И вот исследователям-хирургам пришла замечательная мысль: взять толстую большую вену (так называемую подкожную вену бедра или голени), один конец ее вшить в аорту, а второй — в коронарную артерию, но ниже участка поражения (рис. 20). Таким образом, хирург создает как бы новую коронарную артерию взамен пораженной атеросклерозом.

Обязательным условием для развития этого раздела медицинской науки явилось, как уже сказано выше, внедрение в практику метода коронарографии, который позволяет установить анатомию повреждения коронарной артерии. Однако показания к операции, направленной на предотвращение инфаркта миокарда, строятся не только на этих данных, здесь имеет значение и электрокардиография, и прочие методы исследования.

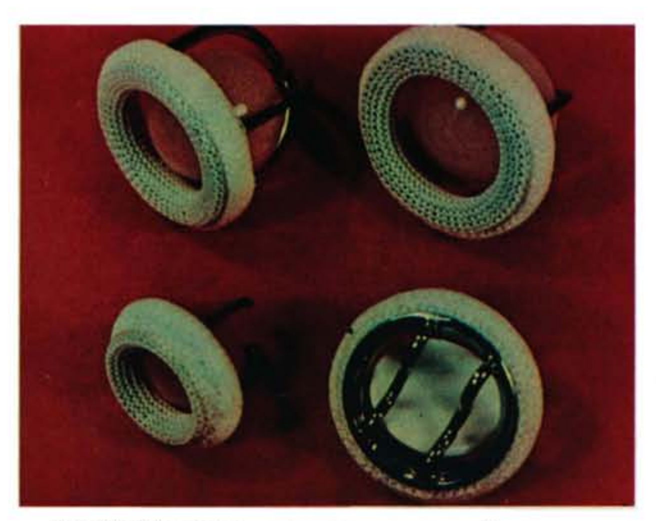


Рис. 15. Искусственные клапаны сердца. Вверху два клапана, у которых запирательную функцию несет шарик (слева) и полусфера (справа). Внизу слева — клапан для ребенка, справа — клапан с запирающим элементом чечевицеобразной формы

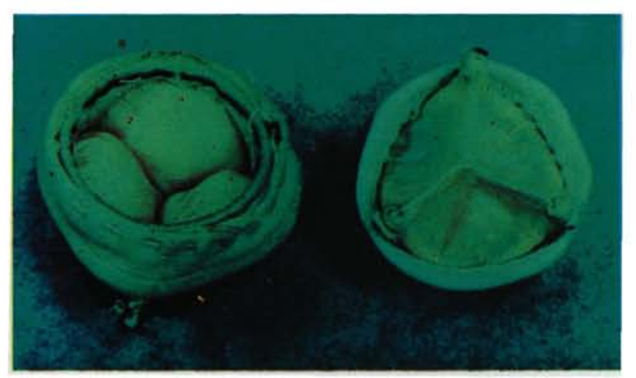


Рис. 16. Так называемый ксеноклапан. Он сделан из твердой мозговой оболочки, специально обработан и фиксирован на каркасе

Непосредственные результаты операции хорошие, они зависят в первую очередь от тяжести поражения коронарных артерий, а отдаленные результаты очень перспективны. Обычно смертность при таких операциях низкая: по различным данным она равна от 1,5 до 8—10%.

Инфаркт миокарда, вызывая омертвение сердечной мышцы, может явиться причиной возникновения пороков сердца, сопутствующих коронарной болезни. Например, может произойти отрыв папиллярной мышцы (т. е. мышцы, которая обусловливает открытие и закрытие клапанов сердца), являющийся причиной клапанной недостаточности, либо на почве разрыва перегородки сердца в области омертвения мышцы возникает дефект межжелудочковой перегородки. Так у нас в институте с успехом был оперирован больной 50 лет с постинфарктным разрывом межжелудочковой перегородки. Больной находился в критическом состоянии с развивающимся отеком легких и сильнейшей сердечной недостаточностью. Таких операций уже выполнено более десяти. Однако наиболее частый порок, развивающийся вследствие инфаркта миокарда, — возникновение аневризмы сердца.

Аневризма сердца — это рубец, который образуется в области омертвевшей сердечной мышцы. В этом месте появляется выпячивание, поскольку на внутренней стенке аневризмы, как правило, наслаиваются тромботические массы. Аневризма резко ухудшает функцию сердца и может вызвать застой в его желудочке вследствие увеличения объема сердца и нарушения акта сокращения. Образование тромбов внутри сердца (на внутренней поверхности аневризмы) может привести к тромбоэмболии, т. е. к острой закупорке сосудов, питающих жизненно важные органы, и обусловить гибель больного. Единственный метод лечения аневризмы сердца — это хирургическая операция. Операция заключается во вскрытии сердца в области аневризмы и иссечении рубцовых участков сердечной мышцы. После иссечения аневризмы рану зашивают (рис. 21, 22). Операцию выполняют в условиях искусственного кровообращения. Результаты от операции хорошие, поскольку устраняется не функционирующий участок мышцы сердца, мешавший нормальной его работе.

Еще одна очень важная проблема. Ежегодно во всем мире рождается сотня тысяч детей с врожденными пороками сердца. Эти пороки возникают во время внутриутробного развития. Дети появляются на свет с различными дефектами в перегородках сердца, разнообразными нарушениями в развитии клапанного аппарата, аномальным расположением сосудов либо камер сердца. Известно очень большое количество различных вариантов врожденных пороков сердца, которые ведут к тяжелым и сложным расстройствам внутрисердечного кровообращения (гемодинамики). Так, при сужениях в области клапанного аппарата развиваются стенозы, которые обусловливают нарушение выброса крови из предсердий в желудочек или из желудочков в магистральные сосуды. Бывают пороки, вызванные недоразвитием клапанов, тогда возникает клапанная недостаточность.

Наибольшее распространение имеют пороки, обусловленные нарушением развития перегородок сердца — межпредсердной либо межжелудочковой перегородок (рис. 23). Дефекты перегородок в сердце вызывают так называемый сброс крови из левой половины сердца в правую, сердечную недостаточность и перегрузку сердца и сосудов малого (легочного) круга кровообращения. Бывает и сочетание дефектов перегородок сердца с сужением путей оттока из сердца (рис. 24). При возникновении сброса крови из правой половины сердца (венозная кровь) в левую (артериальная кровь) развивается кисло-

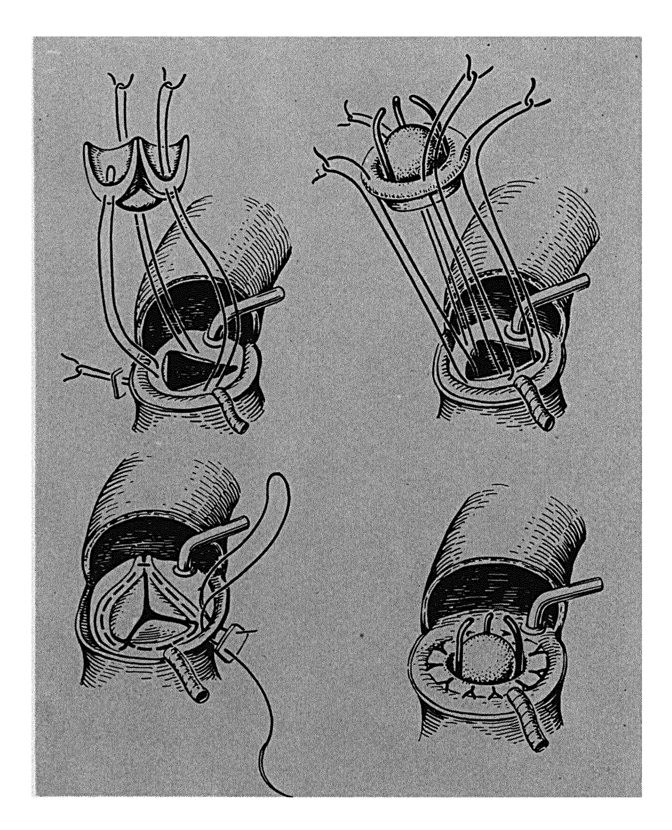


Рис. 17. Схема протезирования искусственных клапанов сердца

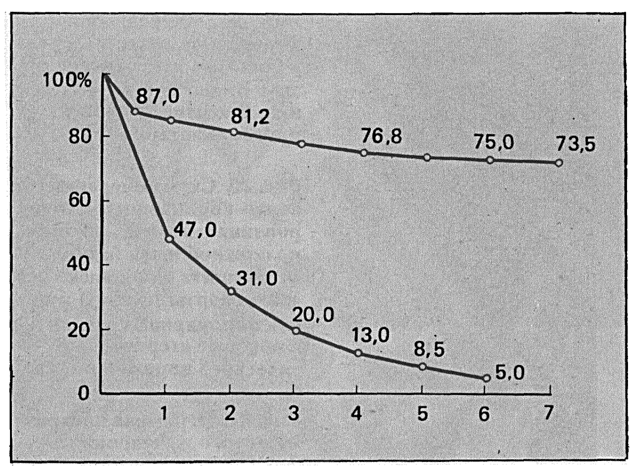


Рис. 18. Данные выживаемости больных при аортальном стенозе до и после операции. Нижняя кривая — при аортальном стенозе через 6 лет после появления первых симптомов погибает 95% неоперированных больных. Верхняя кривая — из больных, перенесших операцию, через 6 лет в живых остается 75%

родное голодание. Дети выглядят синими, страдают одышкой, их развитие нарушается.

На основании ряда исследований было доказано, что дефекты межжелудочковой перегородки ведут к значительным расстройствам гемодинамики с последующими анатомическими изменениями в сосудах легких. Так, например, со временем эти пороки осложняются развитием склероза сосудов системы малого круга кровообращения (легких). При развитии склероза сосудов легких резко осложняется течение болезни вплоть до того, что больной становится неоперабельным. В связи с этим большое внимание было уделено легочной гипертонии у больных с возросшим кровотоком по системе легочной артерии.

Для определения показаний к операции в ряде учреждений на основании тщательного изучения больных созданы классификации, основанные не только на уровне давления в легочной артерии, но и на учете отношения сопротивления сосудов малого круга к общепериферическому, величине сброса и функциональных проб. Такой подход дал возможность строго очертить рамки показаний и противопоказаний к операции и снизить летальность.

Итак, стало совершенно очевидно, что лечение врожденных пороков сердца эффективно только хирургическим методом. Однако трудность заключается в том, что такие дети погибают в первые полгода своей жизни. Смертность от врожденных пороков сердца в развитых странах достигает 80%, а из оставшихся 20% половина умирает в возрасте до двух лет.

И вот в результате настойчивой, упорной работы ученым-хирургам вместе с педиатрами, биохимиками, реаниматологами, анестезиологами и инженерами удалось достичь положительных результатов в хирургии сердца детей раннего возраста.

Хирургия большинства врожденных пороков сердца у новорожденных в принципе мало отличается от хирургии у взрослых, однако она имеет свою специфику. Особенность заключается не только в том, что сердце и сосуды у младенцев очень малы, что у них значительно повышена водянистость тканей, но, кроме того, объем циркулирующей в их организме крови составляет всего 300—800 мл, поэтому небольшая кровопотеря очень опасна.

При операции одних врожденных пороков достигается хороший результат, однако другие до сих пор с трудом поддаются хирургическому лечению, а иногда и совсем не поддаются. Бывают случаи, когда операцию делают в два-три этапа.

Операция заключается в реконструкции тех или иных анатомических нарушений. Хирург устраняет препятствие к выбросу крови, либо закрывает дефекты межжелудочковой или межпредсердной перегородок (рис. 25).

Для проведения операции на сердце у младенцев была разработана система анестезиологического обеспечения не только в процессе операции, но и послеоперационного периода, а также коррекция терморегуляции и постоянства внутренней среды организма, столь несовершенных у новорожденных.

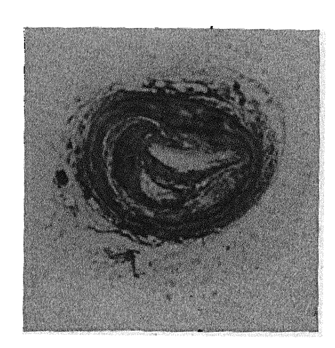


Рис. 19. Поперечный срез коронарной артерии сердца у больного атеросклерозом. Видно резкое ее сужение. В центре — остатки просвета артерии

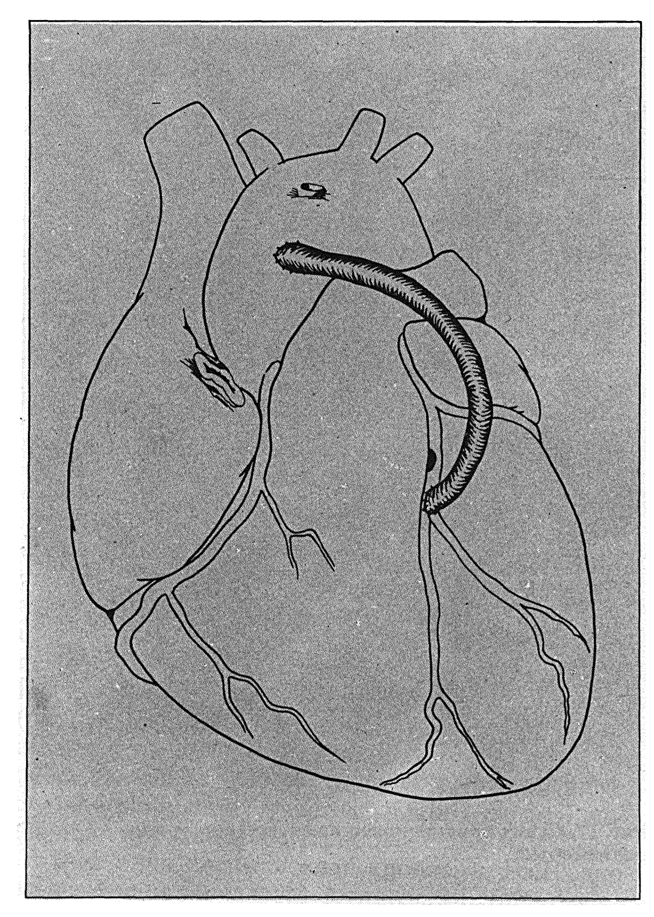


Рис. 20. Схема операции аорто-коронарного шунтирования с использованием подкожной вены бедра. Вена вшита в бок восходящей аорты (сверху) и в бок коронарной артерии в обход ее атеросклеротического поражения

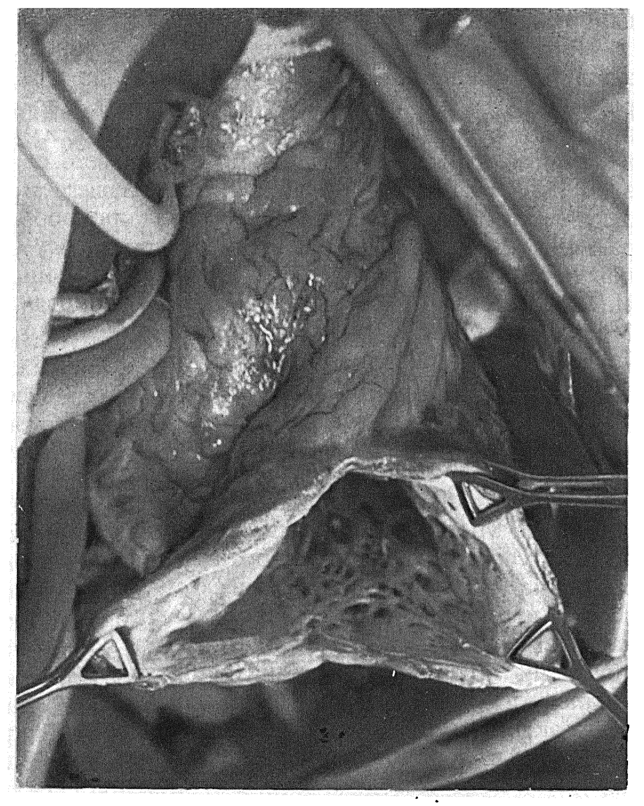


Рис. 21. Огромная аневризма левого желудочка сердца. Видна истонченная мышца сердца, замещенная рубцовой тканью — аневризмой. Снимок сделан во время операции

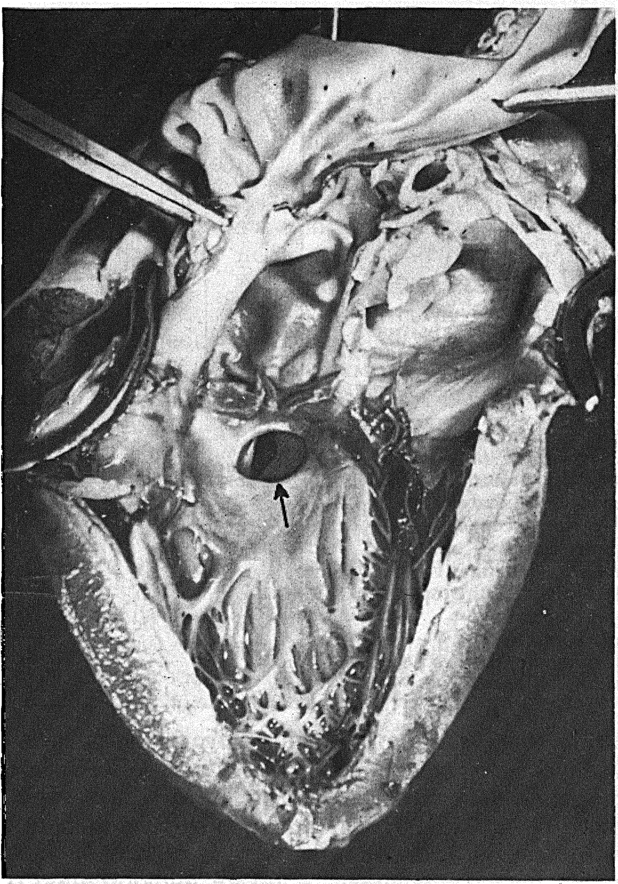
За разработку методов диагностики и хирургического лечения врожденных пороков сердца у новорожденных, внедрение этих методов в клиническую практику группа ученых (В. И. Бураковский, Б. А. Константинов, Я. В. Волоклавов и В. И. Францев) была удостоена Государственной премии СССР 1973 г.

Сотрудники нашего института — Института сердечно-сосудистой хирургии имени академика А. Н. Бакулева АМН СССР — выполнили исследование, основанное на сопоставлении клиники, коронарографических данных, патоморфологии с изучением коронарного кровотока у больных ишемической болезнью сердца, инфарктом миокарда, осложненным кардиогенным шоком, и получили важный материал.

Хотелось бы еще раз подчеркнуть, что развитие сердечно-сосудистой хирургии значительно повлияло на прогресс общетеоретических дисциплин, имеющих очень важное практическое приложение, в частности в кардиологии, поскольку ни один патофизиолог, ни один клиницист нехирургического профиля не имеет такой модели для изучения, какой является больной с сердечно-сосудистым заболеванием, перенесший реконструктивную операцию. Такие, например, состояния, как острая сердечная недостаточность при измененном миокарде, влияние дозированной гипоксемии (недостаток кислорода в крови) на миокард, изучение новейших методов лечения и фармакодинамики лекарственных веществ при состояниях, подобные которым в эксперименте воспроизвести нет возможности, — все это оказалось доступным в кардиохирургических центрах.

В кардиохирургических центрах создана классификация острой сердечной недостаточности, выявлены ее причины, разработаны дифферен-





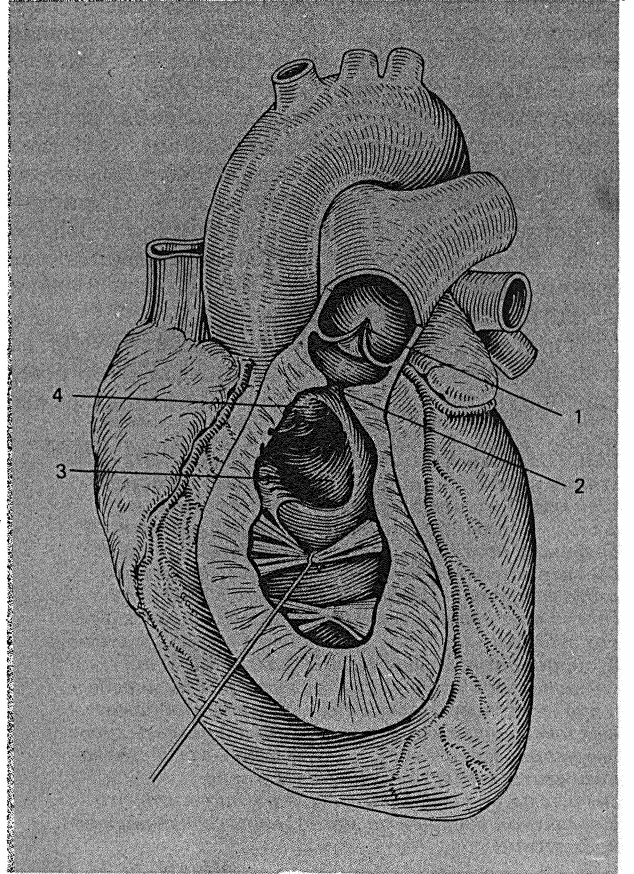


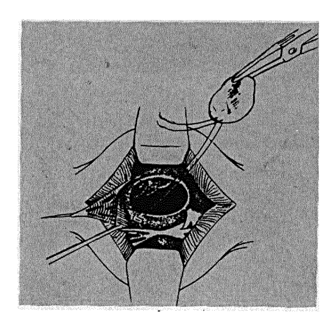
Рис. 22. Аневризма удалена. Рана сердца зашита непрерывным швом

Рис. 23. Препарат сердца больного, погибшего от недостаточности кровообращения из-за наличия дефекта межжелудочковой перегородки. В центре (у стрелки) виден большой дефект межжелудочковой перегородки

Рис. 24. Сложный врожденный порок сердца — тетрада Фалло (схематический рисунок).
1 — сужение клапанов легочной артерии;
2 — сужение выводного отдела правого желудочка;
3 — большой дефект межжелудочковой перегородки;
4 — видны провисающие клапаны аорты

циальная диагностика и ее методы. Именно здесь применена впервые длительная вентиляция легких и доказана ее роль в лечении сердечной недостаточности. Благодаря деятельности специалистов кардиохирургических центров в практику лечения кардиогенного шока внедрен метод контрапульсации баллокированием (это вспомогательное искусственное кровообращение, осуществляемое путем введения в аорту специального раздувного баллончика), а затем этот метод перенесен на лечение острой сердечной недостаточности.

Большую роль в изучении сердечной недостаточности в послеоперационном периоде и разра-



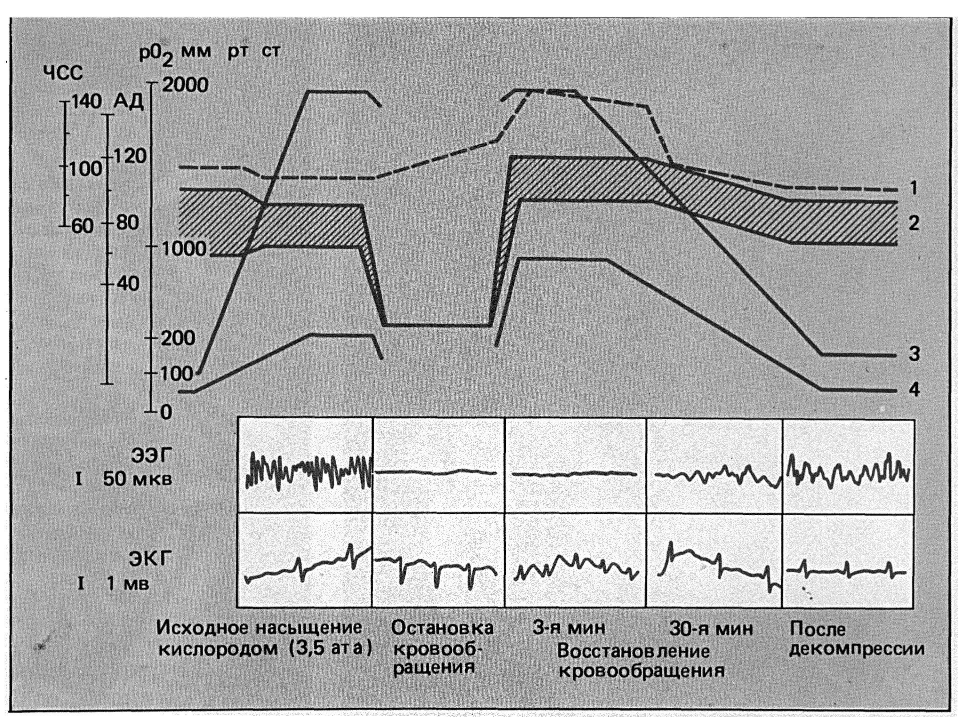


Рис. 25. Схема закрытия дефекта межжелудочковой перегородки «заплатой»

Рис. 26. Результаты одной из первых в мире операций в условиях гипербарической оксигенации: 1 — число сердечных сокращений; 2 — артериальное давление; 3 — уровень кислородного резерва артериальной крови; 4 — уровень кислородного резерва венозной крови

ботке новых методов лечения сыграл метод математического моделирования с использованием современной счетно-вычислительной техники третьего поколения. Имея сложную модель влияния гемодинамики на сократительную функцию миокарда перед операцией, а также информацию о возможных изменениях гемодинамики после операции, ученые кардиохирургических центров совместно с математиками и инженерами сумели наладить непрерывное получение информации о сложнейших патофизиологических процессах, возникающих в организме.

Следует также, хотя бы коротко, остановиться на важных изысканиях в области гипербарической оксигенации — применения кислорода при вдыхании под повышенным давлением. В кардиологических центрах проведены оригинальные исследования и выведена закономерность между нарушениями сердечной деятельности и уровнем повышения барометрического давления, необходимого для оптимальной оксигенации организма при различных степенях кислородной недостаточности. Эти работы дали возможность расширить представления о законах растворимости кислорода в организме в условиях повышенного барометрического давления. Такие исследования до нас никем не выполнялись.

Оригинальными являются также работы по повышению устойчивости организма к острому кислородному голоданию при различных режи-

сто лет назад

БЕРЛИН. Окулист в Берлине доктор Гиршберг воспользовался свойствами электромагнита, чтобы извлечь из глаза одного ремесленника попавший туда случайно осколок стали, причинивший больному такую опухоль, что не было возможности удалить осколок, не повредив глазного яблока. Убедившись посредством отражательного зеркала, где именно находится осколок, оператор вводит по тому направлению скальпель из мягкого железа, соединив этот инструмент предварительно со стержнем электромагнита, затем замыкает ток батареи и к удивлению присутствующих, а равно и к величайшей радости больного, вместе со скальпелем вынимает и причинивший боль кусок стали.

«Deutsche Zeitung», 15 ноября 1880 г.

БОСТОН. Замечательное действие закиси азота состоит в анестетическом (омертвляющем) свойстве — тело под влиянием этого газа теряет болевые ощущения — самые болезненные операции переносятся больными незаметно. Зубной врач Вельс в Бостоне был первый, который анестезировал себя закисью азота во время дергания зуба. Только в 1867 году способ этот нашел последователей среди практических зубных врачей. Очищенный посредством железного купороса натра и известкового молока газ этот смешивается в пропорции 4 части на 1 г кислорода и приносит значительную пользу при непродолжительных и несопряженных со значительной потерей крови операциях. Имея в виду вышеописанные свойства закиси азота, легкость его добывания и незначительную стоимость, можно предполагать, что в недалеком будущем он может найти себе обширное применение.

«Нива», № 22, 1880 г.

мах гипербарической оксигенации, в частности, нами была установлена продолжительность возможного срока выключения сердца из кровообращения при нормальной температуре тела и при гипотермии (охлаждении организма) в условиях гипербарической оксигенации. На рис. 26 показаны результаты одной из первых в мире операций, выполненных у человека в условиях барокамеры с выключением сердца из кровообращения при нормальной температуре тела. Выключение продолжалось 6,5 минут, после чего быстро нормализовались энцефалограммы, электрокардиограммы и артериальное давление.

Особенно интересны исследования по изучению влияния на организм искусственного кровообращения в условиях гипербарической оксигенации. Хирурги впервые доказали, что в этих условиях можно проводить искусственное кровообращение с низкой объемной скоростью, и при резком снижении уровня гемоглобина в крови. Этот раздел работ наглядно иллюстрирует прямую связь между исследованиями фундаментальными и прикладными, имеющими большое значение для здравоохранения.

И в настоящее время продолжаются оригинальные исследования по изучению влияния повышенного барометрического давления на организм и по расширению применения этого метода в клинике.

В нашем институте уже накоплен определенный опыт в области хирургии сердца с применением гипербарической оксигенации, которая дает возможность не только довести до нормы содержание кислорода в крови, но и создать его запасы, необходимые при сердечной хирургии.

В 1970 г. в нашем институте впервые была сделана операция на сердце в условиях гипербарической оксигенации, а в 1974 г. впервые в мире были приняты роды.

Известно, что тем женщинам, которые страдают тяжелыми пороками сердца, врачи настойчиво рекомендуют прерывать беременность, поскольку слишком велика опасность, что роды кончатся трагически для матери. А иногда болезнь, проявлявшаяся незначительно, обостряется в конце предродового периода, когда роды неизбежны. Первые роды в барокамере были вызваны именно этим обстоятельством. Гипербарическая оксигенация сняла нагрузку с больного сердца матери-роженицы.

В процессе работы подтвердились новые возможности применения барокамеры. Так, например, во время операции, происходившей в обычных условиях, неожиданно возникло серьезное осложнение — в кровь попал воздух и вместе с ее током был перенесен в мозг, где закупорил кровеносный сосуд, вызвав кислородное голодание, приводящее к необратимому процессу — отмиранию ткани.

Были приняты срочные меры: больного поместили в барокамеру, где под действием повышенного давления воздушный пузырек сжался и кровь обогатила кислородом пострадавший участок мозга.

К настоящему времени в барокамере выполнено около 200 сложных операций на сердце и принято 19 родов.

В 1976 г. за цикл исследований в области гипербарической оксигенации и внедрение этого метода в хирургию сердца группе кардиохирургов Института сердечно-сосудистой хирургии АМН СССР имени академика А. Н. Бакулева (В. И. Бураковскому, В. А. Бухарину и Л. А. Бокерия) была присуждена Ленинская премия.

Советские хирурги напряженно работают над дальнейшим развитием кардиохирургии. В настоящее время операции на сердце выполняются более чем в 100 центрах нашей страны и их количество уже превысило многие тысячи.

Большое внимание в наших кардиохирургических центрах уделяется глубокому изучению вопросов диагностики, патофизиологии предоперационного, операционного и послеоперационного периодов, разработке эффективных мер профилактики осложнений и методов их лечения, в результате чего тысячи больных, в недавнем прошлом обреченных на инвалидность и страдания, возвращены к нормальному образу жизни и труду.

ДЖОН ЛАРА (Laragh)
(р. 1924) — американский терапевт, кардиолог, профессор, доктор медицинских наук, директор Сердечно-сосудистого центра, входящего в состав Корнелльского госпитально-медицинского центра в Нью-Йорке.
Родился в Нью-Йорке. В 1948 окончил Медицинский колледж Корнелльского университета и проходил практику по терапии и кардиологии в Пресвитерианском госпитале. При Колумбийском Пресвитерианском медицинском госпитале, где Дж. Лара проработал 25 лет, он основал первый Центр гипертонии и стал вице-председателем его профессиональной и научной коллегии.
Дж. Лара — практикующий терапевт, специализирующийся по гипертонии и связанным с ней заболеванием сердечно-сосудистой системы и почек. У него разносторонние и глубокие научные интересы, но особое внимание он уделяет физиологии почек и метаболизму электролитов, гормонов почек и надпочечников, которые регулируют солевой баланс и контролируют уровень кровяного давления.
В 1969 Дж. Лара был награжден премией Стоуффера за исследование секреции альдостерона, который, как он установил, повышается при злокачественной гипертонии, и стимулируется это ангиотензином. Кроме того, Дж. Лара исследовал значение баланса натрия во взаимоотношениях ангиотензина и альдостерона.
Открытие Дж. Лара выявило, что ренин-ангиотензин-альдостероновая система представляет собой биологическую контрольную систему для регуляции электролитного баланса и уровня кровяного давления. Это послужило основой для дальнейшего исследования и нового метода лечения гипертонии. Недавно Дж. Лара выдвинул вазоконстрикторно-объемную гипотезу, в которой исследование гормонального профиля и ренин-натриевого индекса используется для оценки и классификации видов гипертонии и лечения больных.



ДЖОН ЛАРА

Роль рениновой системы в возникновении гипертонии

Введение

В результате наших многолетних исследований было обнаружено, что определенные изменения в ренин-ангиотензин-альдостероновой системе* могут стать причиной повышения кровяного давления у большинства больных артериальной гипертонией. Мы установили, что определение ренинового профиля — активности ренина в плазме крови — и суточного выделения натрия подтверждает участие ренин-ангиотензин- альдостероновой системы в возникновении и развитии гипертонии. Уровень ренина в плазме указывает на степень вазоконстрикции (сужения сосудов), следствием которой является повышение артериального давления. Концентрация натрия в моче показывает отношение активности ренина к объемному фактору (внутрисосудистому и внеклеточному объему жидкости).

Определение ренина и натрия одновременно с измерением уровня калия в сыворотке крови является первым этапом в дифференциальной диагностике гипертонической болезни, реноваскулярной гипертонии и гипертонии, вызванной опухолью коры надпочечников. С помощью этих тестов можно составить представление о показании к операции при указанных заболеваниях. Определение ренин-натриевого профиля при изучении больных гипертонией на основе вазоконстрикторно-объемной гипотезы выявляет неоднородность этой группы больных.

Преобладание сосудосуживающего или объемного фактора помогает выбрать более доступный и специфичный метод лечения: применение антирениновых препаратов, снижающих активность ренина, или диуретиков, снижающих внутрисосудистый и внеклеточный объем.

* * *

В настоящее время гипертония — одна из наиболее распространенных болезней века, приводящих к тяжелым последствиям и даже к смерти.

В самой ранней стадии это заболевание протекает бессимптомно. Однако по мере своего развития оно вызывает повреждения сосудов мозга, застойную сердечную и почечную недостаточность, предрасполагая к инфаркту или вызывая разрыв кровеносных сосудов в различных органах.

Биохимические исследования (J. Laragh, J. Sealey, 1977) позволяют более точно установить причины возникновения гипертонии и ее клинического проявления, а также правильно выбрать метод лечения.

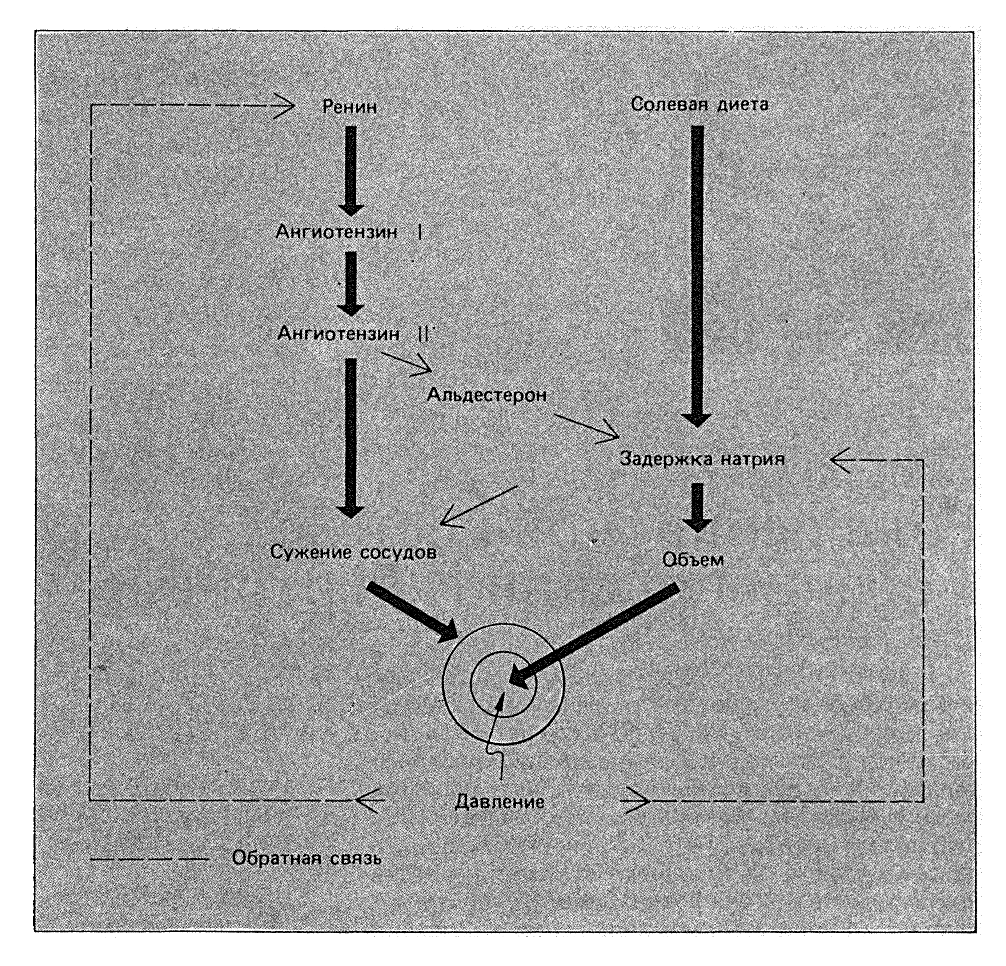
Основой биохимического исследования является совместное измерение выделения натрия с уровнем ренина (J. Sealey, J. Laragh, 1977), ангиотензина и альдостерона, которые в совокупности представляют сложную уникальную биологическую контрольную систему. В норме эта система постоянно контролирует баланс натрия и калия, а также уровень кровяного давления, поддерживая водно-солевой гомеостаз. Регуляция осуществляется, во-первых, путем сужения сосудов ангиотензином и, во-вторых, более медленным восстановлением кровотока при воздействии альдостерона, задерживающего натрий. Благодаря этому вновь достигается осмотическое увеличение объема крови и внеклеточной жидкости.

Значение новой точки зрения заключается в том, что она приближает нас к пониманию и, следовательно, к наиболее эффективному лечению

* Ренин — фермент, секретируемый почками. Ангиотензин — гормон, образующийся под воздействием ренина. Альдостерон — гормон коры надпочечников.

Рис. 1. Ренин-ангиотензин-альдостероновая система и вазоконстрикторно-объемная гипотеза регуляции кровяного давления

Рис. 2. Нормальная корреляция активности ренина в плазме и суточного выделения альдостерона с выделением натрия у здоровых людей.
Активность ренина измерялась в плазме крови, собранной за 12 часов. На рисунке видно, что между гормонами (ренин, альдостерон) и суточным выделением натрия существуют динамические отношения, графически изображенные в виде кривой. Пользуясь этими номограммами, можно обследовать больных и здоровых людей не только в госпитальных условиях, но и амбулаторно, при диете с различным потреблением натрия



одной из самых распространенных болезней человека — артериальной гипертонии. Раньше под термином «гипертония» подразумевалось заболевание, вызванное единой причиной, с одинаковым клиническим течением и прогнозом. Этиология гипертонии оставалась нечеткой, и ее лечение было процессом слепых поисков и ошибок.

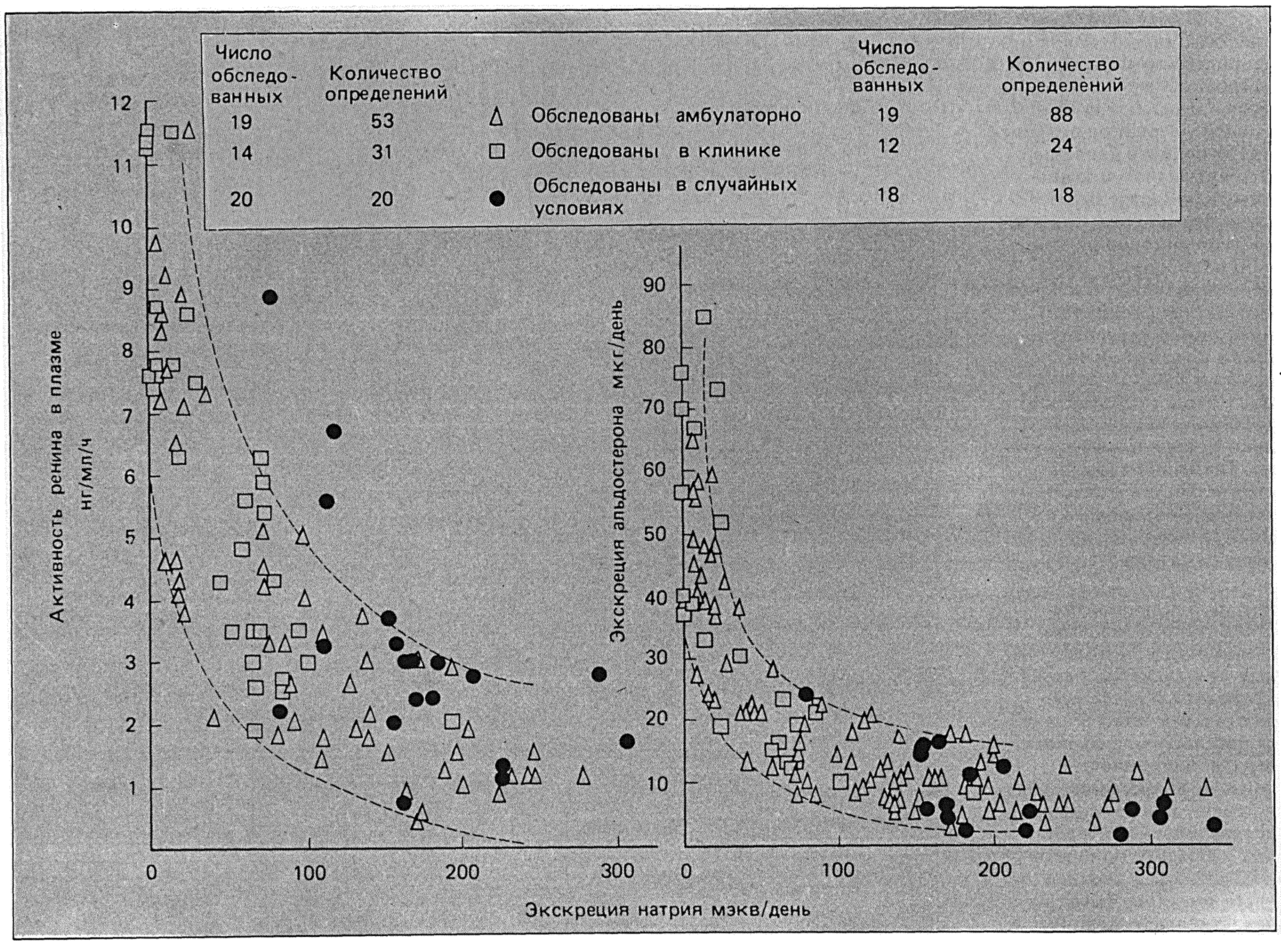
Одним из успехов в изучении этого заболевания явилось исследование метаболизма натрия и калия в организме. Свойство натрия задерживать воду и, таким образом, увеличивать внутрисосудистый объем и повышать кровяное давление стало очевидным. Затем мы сосредоточили внимание на альдостероне — гормоне коры надпочечников, который вызывает задержку натрия и жидкости в организме и в то же время способствует выведению калия с мочой. Изучение альдостерона стало возможным благодаря его выделению, синтезу и разработке метода двойной изотопной метки, позволяющего тщательно измерить количество секретируемого гормона (J. Laragh, S. Ulick, V. Januszewics, 1960 и др.).

Как мы и ожидали, у больных с первичным альдостеронизмом (формой гипертонии, обусловленной опухолью коры надпочечника) наблюдалась избыточная секреция альдостерона и низкий калий. В этом случае гипертонию можно лечить хирургическим путем — удалением опухоли. Еще бóльшая продукция альдостерона и выраженная гипокалиемия была отмечена при злокачественной гипертонии, то есть гипертонии с тяжелым и быстро прогрессирующим течением.

Почему возникли подобные отклонения? Есть ли сходство между злокачественной гипертонией и первичным альдостеронизмом? Можно ли лечить их одинаково?

В практике были зарегистрированы случаи хирургического удаления обоих надпочечников у больных злокачественной гипертонией, приведшее к обратному развитию болезни. Оба надпочечника в этих случаях были увеличены, и продукция альдостерона повышена. Резонно было предположить, что сверхсекреция альдостерона возникла в ответ на химическую (гормональную) стимуляцию со стороны какого-то органа, например почек, которые наиболее подвержены повреждению при злокачественной гипертонии.

Еще в 1898 г. Тигерштедт (Tigerstedt) и Бэргмэн (Bergmenn) вызвали гипертонию у кроликов инъекцией солевого экстракта из гомогената (измельченной ткани) кроличьих почек и назвали вещество, повышающее кровяное давление, ренином. Затем в 1934 г. Гольдблатт (Goldblatt) получил повышение кровяного давления у собак,



зажав одну из почечных артерий. Мы считаем, что некоторые гипотезы, основанные на этой лабораторной модели, могут объяснить явления, наблюдающиеся у человека при злокачественной гипертонии.

Ренин — фермент, секретируемый почками, — вначале не был доступен для экспериментальных исследований или прямого измерения секреции, но его ферментативное действие стало известно. Ренин не оказывает прямого воздействия на уровень артериального давления, а энзиматически расщепляет в кровяном русле плазменный белок — ангиотензиноген, относящийся к α-2-глобулинам и синтезирующийся в печени. В результате реакции образуется декапептид (пептид из 10 остатков аминокислот) — ангиотензин I, который также является неактивным. Далее, под действием превращающего фермента при прохождении через легкие ангиотензин I переходит в октапептид — ангиотензин II, который является одним из наиболее сильных прессорных (повышающих кровяное давление) агентов. Впоследствии ангиотензин II был изолирован и синтезирован, и его уровень в крови был определен биологическим тестированием.

Измерение скорости образования ангиотензина в плазме дает представление об активности ренина (J. Sealey, J. Laragh, 1977) и является непрямым, но доступным методом определения ренина.

Значительное прессорное действие ангиотензина II может быть частой причиной гипертонии.

Исследуя больных со злокачественной гипертонией, мы решили выяснить, действительно ли сверхсекреция ренина почками может стимулировать избыточную продукцию альдостерона. С этой целью был введен ангиотензин II добровольцам, в результате чего увеличилась секреция альдостерона (J. Laragh, M. Angers, W. Kelly и др., 1960). Очевидно, что это был специфический прямой ответ на введение ангиотензина, а не на сужение сосудов и повышение кровяного давления, поскольку ни одно из других прессорных веществ (вазопрессин, серотонин, эпинефрин и норэпинефрин) не стимулировало выработку альдостерона (J. Laragh, M. Angers, W. Kelly и др., 1960). Эти эксперименты объяснили нам патофизиологию злокачественной гипертонии и в то же время показали существование уникальных биохимических связей системы почки—кровь—надпочечники через ренин—ангиотензин—альдостерон (J. Laragh, 1960). Мы назвали эту биологическую контрольную систему рениновой системой.

Рис. 3. Продолжительное введение ангиотензина здоровым людям (35 добровольцам).
Доза ангиотензина вызывала умеренное повышение кровяного давления. Это приводило к заметному и избирательному увеличению секреции альдостерона корой надпочечников, наряду с умеренной задержкой натрия. Вследствие увеличения прессорной чувствительности к ангиотензину, его доза была снижена, после чего секреция альдостерона также снизилась до начального уровня. Таким образом, чувствительность к ангиотензину повышалась по мере увеличения задержки натрия

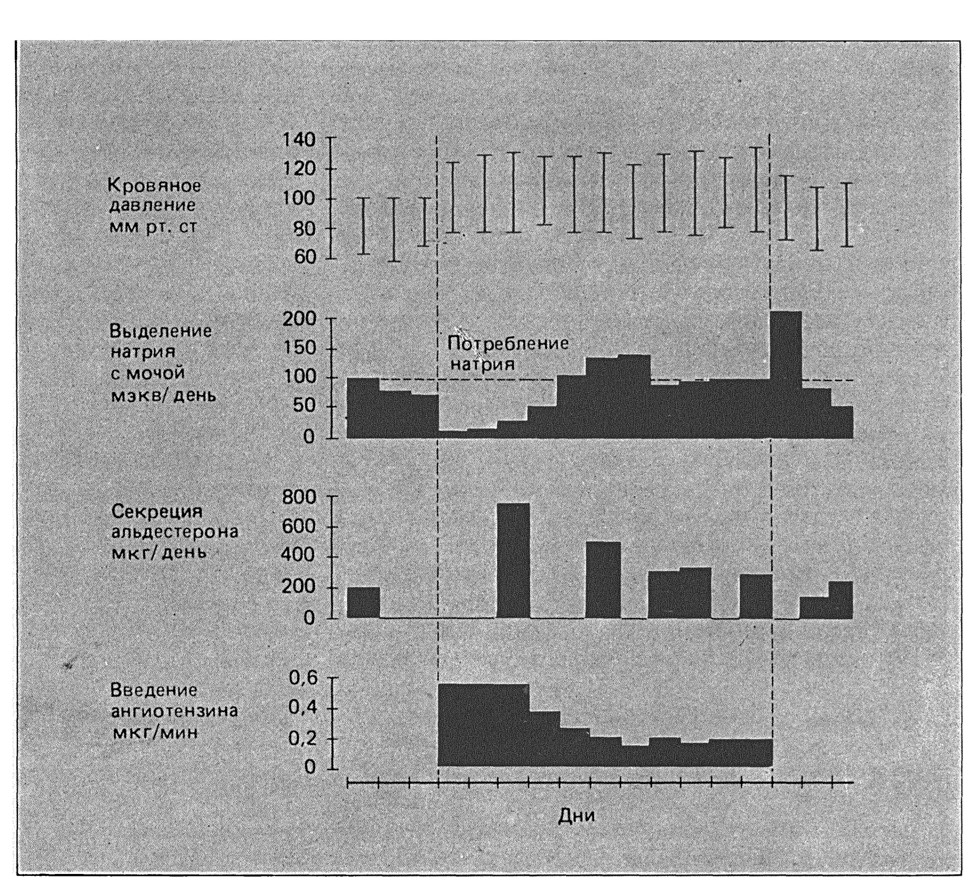
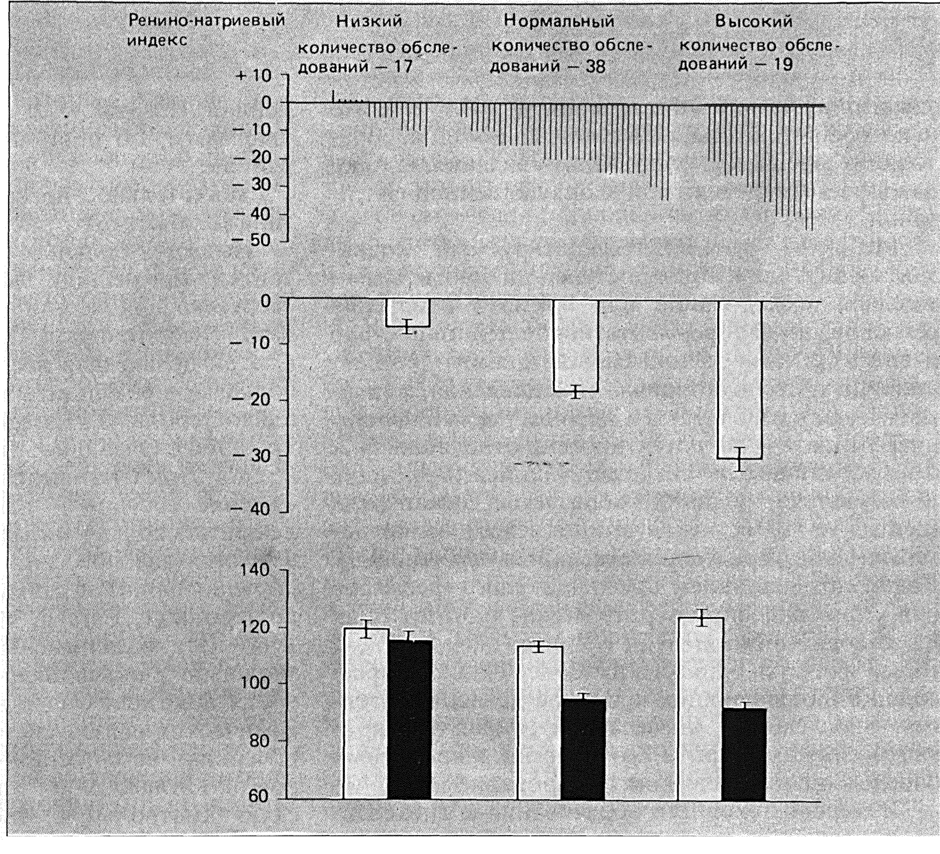


Рис. 4. Изменения диастолического давления (мм рт. ст.) у 74 больных при введении бета-блокатора (диастола — ритмически повторяющееся расслабление мышцы сердца, наступающее после ее сокращения). Абсолютные изменения диастолического давления у каждого больного изображены в верхней части рисунка. Далее представлены средние цифры изменения диастолического давления в подгруппах с низким, нормальным и высоким ренином.
В нижней части рисунка розовыми столбиками изображено контрольное диастолическое давление, а черными столбиками — диастолическое давление после введения бета-блокатора. Бета-блокатор вызывает значительное снижение кровяного давления у больных с высоким и у большинства больных с нормальным уровнем ренина плазмы и, напротив, не оказывает почти никакого действия на кровяное давление у больных с низким ренином



Определение ренин-ангиотензин-альдостероновой системы

Многочисленные исследования показали, что рениновая система предназначена поддерживать артериальное давление и баланс натрия в организме, соответственно реагируя на изменение почечного кровотока (J. Laragh, J. Sealey, 1977; J. Laragh, L. Baer, H. Brunner и др., 1972) (рис. 1). Секреция ренина стимулируется в ответ на факторы, снижающие артериальное давление и почечный кровоток (кровотечение, шок, сердечную недостаточность), или факторы, которые снижают кровоток в конечных частях почечных канальцев, например истощение натрия.

Ренин, как уже было сказано, сам по себе не оказывает физиологического действия, но образующийся в результате ряда ферментативных реакций ангиотензин поднимает кровяное давление, сужая артериолы (мелкие ветви артерий). В то же время ангиотензин стимулирует секрецию альдостерона, который вызывает задержку натрия и усиленное выведение калия. Накопление натрия в организме вторично приводит к задержке жидкости, увеличивая объемный статус и восстанавливая кровоток, что способствует стабилизации кровяного давления. Действуя совместно, ангиотензин и альдостерон поддерживают постоянный системный и почечный кровоток, представляя собой компенсаторную систему. Снижение почечного кровотока стимулирует секрецию ренина. Обусловленное ренином повышение кровяного давления и увеличение почечного кровотока вызывает, по типу обратной связи, торможение секреции ренина. Это осуществляется через барорецепторные механизмы, расположенные в почечных артериолах, а также через хеморецепторы, расположенные в области macula densa (темного пятна) (F. Bühler, J. Laragh, L. Baer и др., 1972).

Ренин-натриевый профиль

Секреция ренина и альдостерона колеблется в широких пределах, соответствующих балансу натрия. В 1967 г. мы разработали схемы исследования больных гипертонией и назвали их «рениновый и альдостероновый профиль» (J. Laragh. J. Sealey, 1977; J. Laragh, L. Baer, H. Brunner и др., 1972). По этим схемам измерение уровня гормонов проводят совместно с определением суточного выделения натрия. Затем вычерчивают графики — номограммы для здоровых и больных и сопоставляют их (рис. 2).

Кровь для исследования ренина берется амбулаторно в условиях, стимулирующих секрецию ренина. Для правильной оценки состояния рениновой системы необходим достоверный метод определения активности ренина, достаточно чувствительный, чтобы выявить пониженные показатели. Недавно разработан более простой и четкий радиоиммунологический метод определения ренина (J. Sealey, J. Laragh, 1977) и ренин- натриевого профиля (J. Laragh, J. Sealey, 1977) у здоровых и больных с артериальной гипертонией.

Дифференцирование гипертонии

Как было показано, отклонения в рениновой системе являются причиной трех, а возможно, и четырех гипертензивных состояний (J. Laragh, L. Baer, H. Brunner и др., 1972): злокачественной гипертонии (с высокой секрецией ренина и альдостерона), первичного альдостеронизма (с избыточной продукцией альдостерона и низкой секрецией ренина), реноваскулярной гипертонии (с повышенным уровнем ренина у большей части больных) и гипертонии, вызванной приемом внутрь противозачаточных препаратов (с избыточной концентрацией субстрата ренина-ангиотензиногена).

При исследовании нами ренин-натриевого профиля было обнаружено, что неоднородная группа больных гипертонической болезнью подразделяется на три большие физиологические подгруппы: с низким (около 30%), нормальным (55%) и высоким (15%) рениновым профилем (H. Brunner, J. Laragh, L. Baer, 1972). Схожие подгруппы были выделены многими другими исследователями.

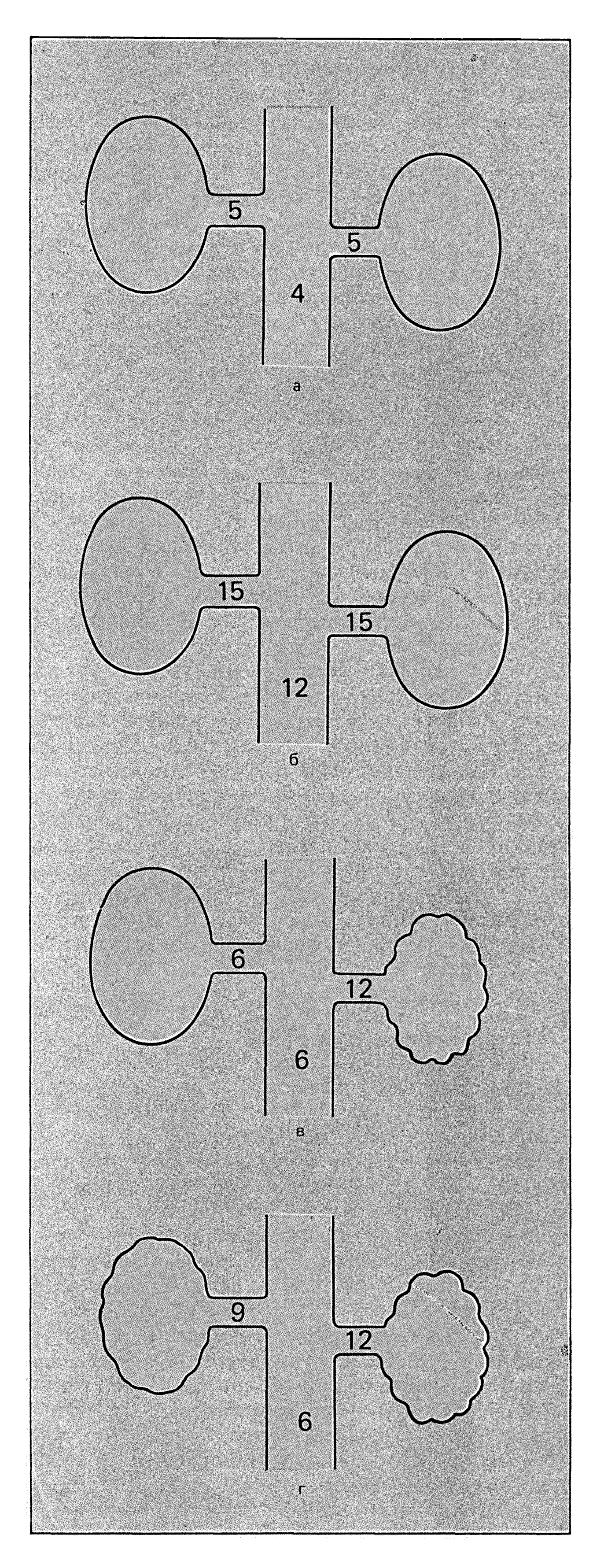
Патофизиологические корреляции в рениновых подгруппах

Клинические исследования показывают, что больные гипертонической болезнью различаются по клиническому течению, тяжести и прогнозу (H. Brunner, J. Laragh, L. Baer, 1972). Больные с низким ренином в меньшей степени подвержены приступам стенокардии и инфаркту, чем больные с высоким и нормальным ренином. Однако этот вопрос дискутируется среди исследователей (J. Laragh, 1978). Средний возраст больных с низким ренином и более высокой гипертонией примерно на 9 лет превышает возраст больных в других подгруппах. Большая продолжительность жизни больных с низким ренином обусловлена отчасти тем, что их сердечно-сосудистая система защищена от сильных повреждений.

Совершенно очевидно, что ренин прямым или косвенным путем действует токсически на сосуды (J. Laragh, 1978). Так, у больных со злокачественной гипертонией (J Laragh, L. Baer, H. Brunner и др., 1972) или с опухолью, секретирующей избыток ренина (O. Orjavik, M. Aas, P. Fauchold и др., 1975), имелись значительные сосудистые повреждения. Более того, различные острые клинические ситуации, связанные с высоким ренином, приводили к приступам стенокардии и инфаркту (O. Orjavik, M. Aas, P. Fauchold и др., 1975; H. Keim, J. Drayer, D. Case и др., 1976). Введение ренина и натрия в эксперименте на животных также поражало сердечно-сосудистую систему и особенно сердце, мозг и почки

Рис. 5. Диагностика реноваскулярной гипертонии методом определения ренина из почечных вен. Правильная оценка показания к операции при реноваскулярной гипертонии зависит от понимания нормальных физиологических отношений в организме, при которых уровень ренина в каждой из почечных вен в норме на 25% выше, чем в периферической артериальной или венозной крови — рисунок *а*(5/4 =1,25). Рисунок *б* показывает, что при гипертонической болезни с высоким уровнем ренина сохраняются те же взаимоотношения (15/12=1,25). При реноваскулярной гипертонии с односторонним поражением почек или сосудов (рисунок *в*) эндокринная деятельность непораженной почки подавлена, и она не секретирует ренин в кровяное русло. Пораженная почка целиком ответственна за поддержание уровня ренина в плазме. В результате ренин из вены пораженной почки по крайней мере на 50% выше, чем в периферической крови (6/6=1; 12/6>1,5). В этом случае показано удаление пораженной почки. При двустороннем поражении почек (рисунок *г*) ренин из почечных вен также выше, чем в периферической крови (9/6>1). В этом случае операция не показана, так как удаление подозрительной почки, в которой секретируется больше ренина, даст лишь незначительный эффект

Рис. 6. Вазоконстрикторно-объемный спектр гипертонии



(J. Laragh, L. Baer, H. Brunner и др., 1972).

Итак, последние исследования еще раз подтвердили, что определение активности ренина достоверно отражает степень его сосудосуживающего действия (H. Brunner, H. Gavras, J. Laragh, 1974; D. Case, J. Wallace, H. Keim и др., 1976 и 1977). Сужение сосудов с нарушением микроциркуляторного кровотока и ишемией может быть причиной повреждения органов.

Фармакологическое доказательство участия рениновой системы в развитии гипертонической болезни

Несмотря на то, что участие рениновой системы в развитии злокачественной и ряда других форм артериальной гипертонии было доказано (J. Laragh, M. Angers, W. Kelly и др., 1960; J. Laragh, 1960; J. Laragh, L. Baer, H. Brunner и др., 1972), многие исследователи продолжали дискуссию о ее роли в гипертонической болезни. Возможно, эта дискуссия была обусловлена тем, что большинство больных гипертонической болезнью имеют нормальный уровень ренина. Принимая во внимание сильное прессорное действие ангиотензина (R Ames, A. Borkowski, A. Sicinski и др., 1965) и альдостерона, наша исследовательская группа пришла к заключению, что ренин-ангиотензин-альдостероновая система может принимать участие в развитии некоторых форм гипертонической болезни. Далее встал вопрос: может ли нормальный уровень ренина и альдо-

Вазоконстрикция

Злокачественная гипертония

Феохромоцитома

Односторонняя реноваскулярная гипертония

Гипертоническая болезнь (высокий ренин)

Гипертоническая болезнь (низкий ренин, диуретики неэффективны)

Гипертоническая болезнь (нормальный ренин)

Двусторонняя реноваскулярная гипертония

Гипертоническая болезнь (низкий ренин, диуретики эффективны)

Первичный альдостеронизм

Объем

стерона вызвать гипертонию? Благодаря большой серии клинических и экспериментальных исследований традиционные представления по этому спорному вопросу сейчас пересмотрены.

Для доказательства участия рениновой системы в гипертонической болезни были проведены опыты с длительным введением ангиотензина здоровым добровольцам (R. Ames, A. Borkowski и др., 1965). По мере введения ангиотензина его требовалось все меньше и меньше для поддержания высокого кровяного давления (рис. 3). Напротив, норэпинефрина требовалось все больше и больше, чтобы удерживать давление на высоком уровне и сохранять отрицательный баланс натрия. Из этого опыта мы сделали вывод, что ангиотензин может оказывать прессорное действие на протяжении очень длительного периода, даже если его концентрация в крови близка к нормальным показателям.

Исследования Бюхлера совместно с нашей группой (F. Bühler, J. Laragh, L. Baer и др., 1972) показали, что на всем протяжении болезни ренин способствует стабилизации высокого уровня кровяного давления у большинства больных гипертонией. Применение антирениновой терапии подтверждает этот вывод. Степень, с которой используемый при этом препарат бета-блокатор снижает кровяное давление, находится в прямой зависимости от активности ренина до лечения и от степени ее снижения под действием препарата. Бета-блокатор может давать частичный или полный эффект более чем у половины больных гипертонической болезнью, тех, у которых высокий либо нормальный уровень ренина (рис. 4).

Таким образом, группа больных с нормальной активностью ренина — это тоже отклонение от нормы (J. Laragh, J. Sealey, 1977), так как у здоровых людей при повышении кровяного давления секреция ренина снижается (рис. 1). Участие ренина в стабилизации высокого давления подтвердилось после применения препаратов, которые специфически блокируют действие ангиотензина или тормозят его образование (D. Case, J. Wallace, H. Keim и др., 1976 и 1977).

Введение таких препаратов наряду с точным измерением активности ренина дает возможность предсказать степень снижения кровяного давления. Отсюда следует, что уровень ренина в плазме является основным показателем степени активного сужения сосудов у больных, а суточное выделение натрия указывает на относительную величину объемного фактора (D. Case, J. Wallace, H. Keim и др., 1977). Напротив, у 30% больных гипертонической болезнью с пониженной активностью ренина эти антирениновые препараты неэффективны, так как их действие приводит к задержке натрия и воды в организме и тем самым еще больше повышает объемный фактор.

Бета-блокатор и препараты, тормозящие действие ангиотензина, могут даже повышать кровяное давление у больных с низким ренином. Сни-

жение кровяного давления в этой группе больных наступает после приема диуретиков (E. Vaughan, J. Laragh, I. Gavras и др., 1973), откуда следует, что высокое давление у больных с пониженным ренином обусловлено главным образом объемным фактором. Применение диуретиков у больных с высокой активностью ренина может оказывать, наоборот, прессорный эффект. По-видимому, эти больные, будучи в состоянии гиповолемии (уменьшения внутрисосудистого и внеклеточного объема жидкости) и вазоконстрикции, реагируют на еще большее выделение воды из организма резким повышением ренина (H. Gavras, H. Brunner, J. Laragh и др., 1974). Совокупность полученных результатов составляет научную базу для новых прогнозов и избирательной лекарственной терапии при гипертонической болезни.

Дополнительные экспериментальные доказательства

В следующей серии исследований мы применили фармакологическую блокаду ангиотензина у людей и животных с реноваскулярной гипертонией, в развитии которой принимают участие два прессорных механизма: повышенный ренин и натрий — объемный фактор (E. Vaughan, J. Laragh, 1975). Как больные, так и животные с двусторонним поражением почек при реноваскулярной гипертонии имели нормальный или низкий рениновый профиль, в то время как при одностороннем поражении почек или сосудов он был высоким. В связи с этим измерение ренинового профиля стало одним из основных тестов для показания к операции — реконструкции почечных сосудов или удалению почки.

У большинства прооперированных больных рениновый профиль оказался высоким. Диагноз окончательно устанавливается определением активности ренина в каждой из почечных вен. Результаты исследования показали, что в ишемизированной почке секреция ренина повышена, а в противоположной — снижена. Различные уровни ренина из почечных вен даны на рис. 5. Все вышеуказанные критерии имеют большое значение при показании к операции (J. Laragh, J. Sealey, 1977; E. Vaughan, J. Laragh, 1975; J. Sealey, F. Buhler, J. Laragh и др., 1973). Только после этих исследований и в случае необходимости операции по клиническим показаниям следует провести внутривенную пиелографию и артериографию.

Вазоконстрикторно-объемная гипотеза

На основании всех клинических и экспериментальных исследований мы выдвинули гипотезу для анализа данных, выявления причин гипертонии и выбора правильного лечения (J. Laragh, 1973). По этой гипотезе мы рассматриваем всю гипертонию как ряд промежуточных переходов между формами с преобладанием вазоконстрикции и формами с преобладанием объемного фактора (рис. 6). Крайними точками этого ряда являются злокачественная гипертония и первичный альдостеронизм, где в первом случае значительно повышен уровень ренина, а во втором — объемный фактор. Промежуточные формы идентифицируются рениновым профилем. Указанные формы гипертонии могут быть продемонстрированы клинически определением ренинового профиля и проведением соответствующей антирениновой или диуретической терапии (J. Laragh, 1976). Практическая ценность этой биполярной модели состоит в том, что на основании различных механизмов, вызвавших гипертонию, подбирается раздельная эффективная терапия.

Большинство исследований требует определения гемодинамических параметров у больных с разным уровнем ренина. Так как известно, что объем плазмы у гипертоников обычно ниже, чем у нормотоников (R. Tarazi, 1976), его определение необходимо проводить в сравнении с рениновым профилем. Полученные результаты согласуются с вазоконстрикторно-объемной гипотезой. У больных с низким ренином относительно более низкая мочевина, низкий гематокрит (соотношение объемов жидкой части крови и ее форменных элементов) и гемоглобин (H. Brunner, J. Sealey, J. Laragh, 1973), а внутрисосудистый объем (J. Laragh, R. Letcher, T. Pickering, 1978), сердечный выброс (M. Esler, O. Randall, J. Bennett и др., 1976) и внеклеточный объем жидкости почти не отличаются от этих показателей у больных с нормальным ренином. При гиперволемии (увеличении внутрисосудистого и внеклеточного объема жидкости) ренин обычно значительно снижен (R. Tarazi, 1976). Действительно, больные с низким ренином имеют склонность к гиперволемии и никогда — к гиповолемии.

сто лет назад

ПАРИЖ. Охладительные одеяла. Во многих болезнях, преимущественно в тифе, для лечения применяют охлаждение больного Это достигается холодными ваннами Кто не знает тех хлопот для окружающих и неудобств для самого больного, связанных с такого рода лечением. Доктор Дюмон-Палье в Париже изобрел особое охлаждающее одеяло, которое заменяет собой обыкновенные ванны Между двумя холстинами зашита зигзагообразно длинная каучуковая трубка, по которой можно пропускать холодную воду. Окутывая таким одеялом больного, достигается та же цель, как и простой холодной ванной Посредством небольших приспособлений можно давать воде быстрый и слабый ток, следовательно, достигать той степени охлаждения, которая нужна при лечении.

«Еженедельное новое время», № 81, 1880 г

Критика вазоконстрикторно-объемной гипотезы

Значение и эффективность полученных данных критикуются некоторыми исследователями. Они придерживаются старых взглядов, что ренин не имеет связи или связан в незначительной степени с уровнем кровяного давления, поэтому предпочитают поисковую терапию, которая часто ошибочна. Эти критики игнорируют множество опубликованных работ, где доказана зависимость высокого давления от ренина у больных с высокой и нормальной его активностью, а также зависимость низкорениновой гипертонии от объемного фактора. Ими не принимаются во внимание исследования по применению специфических препаратов, блокирующих ангиотензин.

Другие разногласия по поводу роли ренина возникают из-за методологических проблем: ренин изучают без сопоставления его уровня с балансом натрия, без учета стимуляции ренина в положении стоя и при ходьбе у амбулаторных больных. Необходимо проводить определение ренина, контролируя концентрацию ионов в плазме крови и используя ингибиторы ангиотензиназ (J. Sealey, J. Laragh, 1977).

Применение гипотетической схемы для диагностики и лечения гипертонии

На основании последних исследований мы подготовили методический сборник, в котором описан обобщенный метод диагностики и метод более простого и специфического лечения всех видов гипертонии (J. Laragh, J. Sealey, 1977; J. Laragh, 1973 и 1976; J. Laragh, R. Letcher, T. Pickering, 1978). Измерение ренин-натриевого профиля и калия является основой для: 1 — окончательной постановки диагноза адренокортикотропной гипертонии, 2 — показания к операции при реноваскулярной гипертонии, 3 — получения основных данных об относительном участии сосудосуживающего и объемного фактора в гипертонии и 4 — информации, позволяющей оценить длительность, осложнения и прогноз вышеперечисленных заболеваний.

Мы также дали оценку дополнительных тестов, необходимых в том случае, когда определение ренин-натриевого профиля затруднено. Правильный подбор терапии снижает количество больных, направляемых на пиелографию и артериографию.

По нашей системе больным старше 60 лет с нормальным уровнем калия вначале необходимо давать диуретики, так как в этой возрастной группе наиболее часто встречается низкий ренин. При низкой активности ренина и гипокалиемии ($K^+ < 3,5$) больные обследуются на опухоль надпочечников, а при высокой активности ренина — на реноваскулярную гипертонию. Анализ ренина из почечных вен, как уже было сказано, нередко подтверждает одностороннюю ишемию с гиперсекрецией ренина в ишемизированной почке и снижением его секреции в противоположной почке. Больных, которым противопоказана операция, продолжают лечить по основной программе: бета-блокаторами (при высоком и нормальном уровне ренина), и диуретиками (при низком уровне ренина). Если после начального курса лечения состояние больного не улучшается, то применяется комбинация из двух препаратов. В итоге у 85% больных кровяное давление нормализуется. В этом случае один из препаратов можно отменить или снизить его дозу.

Эффективность новой схемы лечения гипертонии

Разработанная нами новая схема лечения приносит не только большую пользу больным, но и удовлетворение клиницистам. Особенно часто положительный результат наблюдается при лечении больных с высоким и низким ренином бета-блокаторами. Если таких больных лечить диуретиками, то кровяное давление или снижается незначительно, или остается на прежнем уровне. В случае привыкания к назначенному лечению добавляются препараты, расширяющие сосуды, такие, как метилдофа, резерпин. У больных, не поддающихся лечению, может наступить обезвоживание и слабость, возможны гипокалиемия, импотенция и нарушение психики.

Новая схема помогает клиницистам понять и более эффективно лечить гипертонию с любыми осложнениями. Показано, что препараты, тормозящие действие ангиотензина, подавляют гиперренинемию и связанные с ней энцефалопатию и кому (H. Keim, J.Drayer, D. Case и др., 1976). Положительный эффект от них наблюдается у больных с ренин-секретирующими опухолями и в некоторых случаях у больных со злокачественной гипертонией (O. Orjavik, M. Aas, P. Fauchold и др., 1975). Быстрая идентификация острой гиперренинемии или ее исключение позволяет за короткое время вывести больного из тяжелого состояния. Особенно приемлема антирениновая терапия в том случае, когда диуретики противопоказаны.

Подводя итоги, можно сказать, что рациональный новый метод позволяет более правильно поставить диагноз и точно выбрать лечение различных форм артериальной гипертонии. Новый метод дает возможность применить меньшее количество лекарственных препаратов, снизить цену за лечение и сократить степень повреждения физических и психических функций.

АРТУР ВЛАДИМИРОВИЧ ПЕТРОВСКИЙ (р. 1924) — психолог, доктор психологических наук, профессор, действительный член Академии педагогических наук СССР, руководитель лаборатории «Психологические исследования личности в коллективе» Научно-исследовательского института общей и педагогической психологии АПН СССР.

В 1947 окончил Московский педагогический институт имени В. П. Потемкина. В 1950 защитил кандидатскую диссертацию по психологии. С 1952 по 1968 работал доцентом, затем профессором, заведующим кафедрой психологии того же института. В 1965 защитил докторскую диссертацию. В 1968 избран членом-корреспондентом, в 1971 — действительным членом АПН СССР. С 1968 по 1976 — академик-секретарь Отделения психологии и возрастной физиологии, с 1976 по 1979 — вице-президент АПН СССР.

А. В. Петровский исследует историю психологии, является автором многих книг и статей по истории отечественной психологии, в том числе монографии «История советской психологии. Формирование основ психологической науки». Он автор и редактор ряда учебников по психологии, в частности: «Психология», «Общая психология», «Возрастная и педагогическая психология», переведенных на многие языки в СССР и за рубежом.

С 1968 ведет исследования в области социальной психологии.

С 1973 разрабатывает социально-психологическую теорию коллектива, реализующую идею деятельностного опосредствования межличностных отношений и представляющую коллектив как многоуровневую систему деловых и эмоциональных связей.

А. В. Петровский — автор, соавтор и ответственный редактор ряда работ по социальной психологии, в том числе книг «Социальная психология коллектива» и «Психологическая теория коллектива».



АРТУР ВЛАДИМИРОВИЧ ПЕТРОВСКИЙ

Психология коллектива

Первые пятьдесят лет после того, как психология в прошлом веке стала самостоятельной наукой, отпочковавшись от философии, ее предметом была психика, душа единичного человека, существующего как будто бы вне времени, вне социального окружения, в замкнутом кругу собственного «я». Чувства, память, мышление, ощущения изучались сами по себе и даже не предполагалось, что психические процессы могут видоизменяться в присутствии других людей, что, действуя и общаясь друг с другом, люди чувствуют и мыслят не как изолированные индивиды, а как члены различных сообществ, накладывающих отпечаток на все психические проявления личности.

Второе пятидесятилетие ознаменовалось расцветом социальной психологии, выясняющей закономерности межличностных отношений, изучающей группы и личность в группе, особенности общения и взаимодействия людей. Этот поворот к изучению общественного человека произошел в 20 —30-е годы XX столетия повсеместно, что было вызвано практическими задачами управления людьми, которые в условиях производства, военного дела, образования, спорта действовали в группах, различных по составу, размеру и целям. Именно поэтому социальная психология становится ведущим направлением в развитии психологической науки США, Англии, Германии, Франции, Японии и других стран. Широкий размах прикладных исследований в социальной психологии стимулировался через университеты крупнейшими промышленными концернами, военными ведомствами. Изучением так называемого «человеческого фактора», «человеческих отношений» занялись десятки специальных институтов, лабораторий и кафедр, социально-психологическая проблематика была отражена во многих тысячах публикаций.

В центре внимания социальных психологов США и Западной Европы оказалась так называемая «малая группа» — особого рода психологический феномен, рассматриваемый как своеобразное промежуточное звено в системе «личность — общество». Считалось, что, познав закономерности «малой группы», можно объяснить не только особенности формирования личности, но и законы общественного развития. Малая группа, по определению американского психолога Г. Хоманса (G Homans), «это группа лиц, которые связаны друг с другом в течение некоторого периода времени, группа, которая достаточно мала, так что каждое лицо в состоянии поддерживать связь со всеми не через других, а непосредственно». Сплоченность малых групп, устойчивость их структуры при действии сил, направленных на разрыв и разрушение внутригрупповых связей, эффективность деятельности группы в зависимости от ее размера, стиля руководства, конформность, пассивное принятие групповых норм, привычек и ценностей личности или ее независимость от группы и другие проблемы межличностных отношений — все это стало предметом экспериментального исследования и выделилось в специальный раздел социальной психологии, получивший в американской психологии название групповой динамики.

Один из крупнейших социальных психологов США Л. Фестингер (L Festinger) отмечал, что групповая динамика показывает, почему одни группы имеют влияние на своих членов, а другие — нет. Чтобы объяснить это различие, имеющее широкое практическое значение, и нужно было найти такие законы группового развития, которые не только объяснили бы это явление, но и позволили бы предсказывать способность группы влиять на установки и поведение своих членов.

В СССР социальная психология имеет длинную предысторию (первые попытки очертить ее проблематику были предприняты еще В. М. Бехтеревым в начале 20-х годов в книге



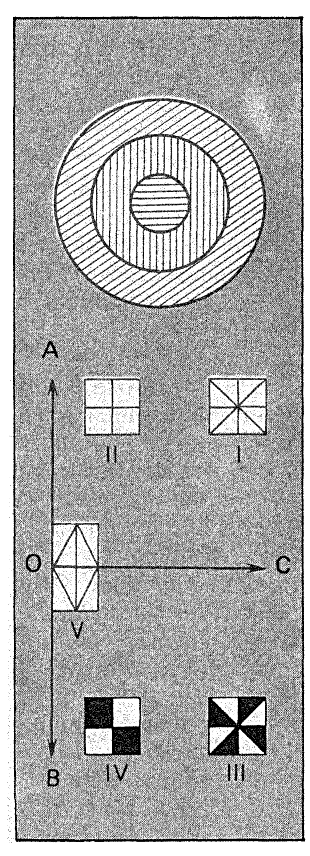
Девочка, представитель «подставной группы», пытается внушить мальчику, что обе пирамиды белые. Мальчик не соглашается, хотя многие дети нередко проявляют конформность, поддаются влиянию группы и принимают ее точку зрения. (Здесь и на стр. 47 использованы кадры из научно-популярного фильма «Я и другие». Экспериментатор профессор В. С. Мухина, главный научный консультант — академик АПН А. В. Петровский)

В старших классах ряда школ был произведен такой эксперимент. Ученикам сообщили, что имеется определенная сумма денег; каждый должен был решить, как с ними поступить: разделить поровну или истратить сообща в интересах класса. Экспериментатор преднамеренно исказил информацию — сообщил каждому школьнику, что большинство учеников его класса выстрелили в мишень слева (белые точки — количество выстрелов, якобы произведенных в мишень) и тем самым выразили желание получить деньги на личные нужды. Тем не менее большинство учеников продемонстрировали коллективистическое самоопределение — выстрелили в мишень справа, «проголосовав» тем самым за то, чтобы деньги были потрачены на общие цели

«Коллективная рефлексология» и базируются на марксистском понимании общественной сущности человека. В последние 10—15 лет она приобретает статус одной из ведущих отраслей советской психологической науки. Ведущими центрами в области социальной психологии являются кафедры социальной психологии Московского государственного университета и Ленинградского государственного университета, Институт психологии АН СССР, Научно-исследовательский институт общей и педагогической психологии АПН СССР, Институт истории естествознания и техники АН СССР и другие научные учреждения.

Вполне закономерно, что наши психологи при разработке основ социальной психологии столкнулись с необходимостью определенным образом отнестись к центральному понятию групповой динамики — малой группе, принять или отвергнуть теоретические позиции американских психологов при изучении «малых групп».

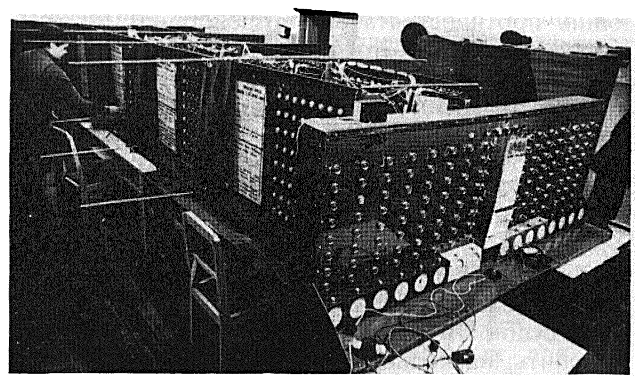
Традиционная социальная психология подверглась острой и справедливой методологической критике в трудах советских ученых за попытки представить «малую группу» аналогом общества и подменить законы исторического развития социальных систем психологическими закономерностями. Однако эта критика в течение долгого времени не затрагивала центрального звена групповой динамики — закономерностей функ-



Многоуровневая структура межличностных отношений в коллективе

Группы разного уровня развития

Экспериментальная установка для психологического исследования конформности — неконформности и явлений коллективистического самоопределения



ционирования «малых групп» и межличностных взаимоотношений в них. Более того, некоторые психологи предполагали, что можно считать эти закономерности повсеместно действующими, пригодными для объяснения особенностей взаимоотношений людей в любых группах, в том числе и в типичных для социалистического строя особого типа сообществах — коллективах.

Для того чтобы найти теоретически правильное решение этой важнейшей социально-психологической проблемы, требовалось обнаружить внутренний механизм, «краеугольный камень» групповой динамики, как бы ее «клеточку», «молекулу» межличностных отношений. Только это позволило бы понять, что является действительной основой связей людей в группе вообще и в коллективе как особом виде групп, в частности. Лишь тогда можно было бы определить стратегию развития советской социальной психологии групп и коллективов. Образно говоря, следовало решить, должна ли она катить свой камень на вершину пирамиды, уже воздвигнутой усилиями зарубежных, главным образом американских, психологов (просто добавляя новые, экспериментально добытые факты к многочисленным уже имеющимся) или следует разобрать эту пирамиду до основания и на другом «краеугольном камне» строить новую.

Имея в виду эту общую методологическую задачу, мы в 1969 году обратились к весьма

типичной для традиционной социальной психологии проблеме конформности индивида в группе. По этой проблеме за последние 20—30 лет был накоплен большой экспериментальный материал и получены достаточно впечатляющие и, казалось бы, не вызывавшие возражений выводы.

С 40-х годов считалось установленным, что под влиянием давления группы по меньшей мере треть индивидов меняет свое мнение и принимает точку зрения, навязанную большинством. При этом обнаруживается нежелание высказывать и отстаивать собственное мнение в условиях, когда оно не совпадает с оценками остальных участников эксперимента, т. е. проявляется конформность. Согласно существовавшей концепции, индивид, находясь в условиях группового давления, может быть либо «конформистом», либо «нонконформистом» — такова альтернатива. Все дальнейшие исследования были направлены на уточнение этого вывода: выяснялось, усиливается ли конформность при увеличении группы; проверялось, как сами испытуемые оценивают свое конформное поведение; выявлялись половые и возрастные особенности конформных реакций и т. п.

Указанная альтернатива оборачивалась вполне понятной педагогической дилеммой: либо видеть смысл воспитания в формировании личности, способной противостоять воздействиям социального окружения, группы, коллектива, либо воспитывать индивидов, не умеющих и не желающих противостоять его воздействиям, то есть конформистов. И то и другое — в условиях социалистического общества абсурдно. Очевидная бессмысленность подобной постановки вопроса наводила на мысль о ложности исходной альтернативы. Становилось ясно, что в самом подобном понимании сущности взаимодействия личности и группы кроется некая серьезная методологическая ошибка, заводящая психолога в тупик.

Следовательно, необходимо было пересмотреть сущность концепций групповой динамики и выяснить, насколько правомерно использование предложенной в ней модели группового взаимодействия.

В проблеме конформизма, как в зеркале, отражена суть теоретических конструкций групповой динамики, ее механизм. Здесь группа рассматривалась как некий агрегат, в котором отдельные индивиды подчинены действию силовых полей и линий: группа давит, индивид поддается или сопротивляется этому (конформизм — нонконформизм), один индивид симпатизирует другому и поэтому к нему притягивается, а от других отталкивается, одни главенствуют — другие следуют за ними. Контакты в группе умножаются — группа сплачивается. Увеличивается число членов — групповые связи истончаются и рвутся. Налицо социально-психологический редукционизм — законы поведения людей в различных группах сводятся к механическим зависимостям.

Когда-то бихевиоризм — одно из наиболее влиятельных течений американской психологии — готов был представить человека автоматом, реагирующим на различные стимулы. Теперь наследники этого течения, как, впрочем, и других теоретических направлений в социальной психологии, готовы видеть в любой социальной группе механический агрегат внешне связанных и взаимодействующих между собой индивидов.

Взаимодействие группы, групповое давление... Казалось бы, групповая динамика учитывает общественный фактор. Однако на поверку это оказалось фикцией. Что представляет собой группа, которая воздействует на индивида в классических экспериментах американских психологов С.Аша (S. Asch), Р. Кречфильда (R. Crutchfield), М. Шерифа (M. Sherif)? Это случайное объединение людей, то, что может быть названо диффузной группой (от слова diffusio — растекание, — в данном случае антоним сплоченности). Условиями эксперимента предусматривается чисто механическое воздействие на личность группы как простой совокупности индивидов, ничем, кроме общего места и времени пребывания друг с другом, не связанных.

Исследование конформности проводилось с помощью так называемой «подставной группы». Здесь либо используется группа людей, сговорившихся дезинформировать «наивного» постороннего индивида, либо экспериментатор с помощью контроля над линиями связи между группой и «обрабатываемым» индивидом преднамеренно искажает информацию, поступающую от группы. При этом методика предполагала решение задач, не значимых для испытуемых. Так, испытуемым предлагалось определять длину отрезков прямой линии, продолжительность кратких интервалов времени и т. д., и дезинформация относилась именно к этим задачам.

В группе людей, лишь внешне взаимодействующих друг с другом, притом по поводу объектов, не связанных с их реальной деятельностью и жизненными ценностями, иного результата и не приходилось ожидать — подразделение членов группы на конформистов и нонконформистов делалось неизбежным. Однако дает ли такое исследование конформности возможность сделать вывод о том, что это модель взаимоотношений в любой группе, в том числе и такой, деятельность которой имеет личностно значимое и общественно ценное содержание, как это, например, имеет место в коллективе?

Вот здесь-то и становится понятным, что составляет суть концепции малой группы, принятой групповой динамикой. Взаимоотношения людей мыслятся как непосредственные, взятые безотносительно к реальному содержанию со-

вместной деятельности, оторванные от социальных процессов, частью и стороной которых они на самом деле являются. В этой связи нами была выдвинута гипотеза, что в общностях, объединяющих людей на основе совместной, общественно значимой деятельности, взаимоотношения людей опосредуются ее содержанием и ценностями. Если это так, то подлинной альтернативой конформности является не нонконформизм (негативизм, независимость и т. д.), а особое качество коллективности, которое имеет характер самоопределения личности в группе (коллективистского самоопределения).

Гипотеза определила тактику эксперимента. Если, используя прием «подставной группы», побуждать личность от имени общности, которой она принадлежит, отказаться от принятых в ней ценностей, позиций, целей совместной деятельности, то в этом случае возникает конфликтная ситуация: она разделяет индивидов, проявляющих конформность, и индивидов, способных действовать вопреки давлению и в соответствии со своими внутренними убеждениями, совпадающими с ценностями и ориентациями коллектива, т. е. обнаруживать коллективистическое самоопределение. Коллективисты здесь противостоят как конформистам, так и нонконформистам (независимым, негативистам), которые с самого начала не приемлют коллективные цели и ценности. Результаты конкретных экспериментов свидетельствуют, что большинство членов коллектива смогло осуществить акты коллективистического самоопределения, взяв на себя «вопреки» его «давлению» роль защитников его подлинных ценностей.

Феномен коллективистического самоопределения оказался искомой «клеточкой», «молекулой», в которой обнаруживаются важнейшие социально-психологические характеристики живого социального организма — коллектива. Отношения между двумя или несколькими субъектами не могут быть всегда сведены к непосредственной связи между ними, — в группах, осуществляющих совместную деятельность, они неизбежно опосредуются содержанием, ценностями и целями совместной деятельности. Относительно непосредственные взаимоотношения могут быть зафиксированы в диффузной группе, в коллективе же они имеют преимущественно опосредствованный характер, обусловленный совместной деятельностью членов коллектива. Таким образом, по своим психологическим характеристикам коллектив качественно отличается от тех малых групп, которые были излюбленным объектом исследований, выполненных в рамках групповой динамики. Попытка распространить те выводы, которые были сделаны при их изучении, на коллектив была обречена на неудачу.

В общем верно описывая межличностные отношения в диффузных группах, которые de facto отождествлялись с «малыми группами» вообще и тем самым оказывались неправомерно генерализованными, групповая динамика не отличала диффузные группы от других видов сообществ. Между тем перед советскими психологами стояла и стоит задача изучения коллективов как групп особого типа, на которые не должны быть распространены (мы и убедились в этом при изучении конформности) закономерности, действующие в «классической» малой группе. Это означало прежде всего выделение собственных признаков коллектива, т. е. взаимоотношений между его членами, которые опосредствуются значимым для всего коллектива содержанием совместной деятельности. Выявление этих связей обычно затруднено, так как они оказываются включенными во множество других контактов и взаимодействий, вовсе или столь явно не опосредствованных целями и ценностями группы. Так, взаимопонимание между несколькими членами коллектива, «болеющими» за одну и ту же футбольную команду, существенно отличается от внутригрупповых отношений в этом же коллективе, возникающих при решении серьезных производственных задач и нравственных коллизий.

Осуществляя анализ межличностных отношений, необходимо было видеть различные психологические механизмы этих отношений, имеющих единую природу, и понимать, что они образуют разные слои групповой активности в коллективе, как поверхностные, так и глубинные. Например, солидарность болельщиков относится к поверхностному слою межличностных отношений в коллективе, а единодушное осуждение бесчестного поступка — к глубинному слою.

Многоуровневая структура межличностных отношений в коллективе представлена на рисунке.

Первый поверхностный слой образует совокупность межличностных отношений непосредственной зависимости, позволяющих видеть в коллективе признаки происхождения его из диффузной группы, безусловно важных для его понимания и вместе с тем несущественных для выделения его специфики как собственно коллектива. К групповым параметрам, образующим этот слой, и относятся именно те, которые достаточно полно и глубоко исследовала групповая динамика — эмоциональная привлекательность или антипатичность индивидов, групповая совместимость и слаженность действий, затрудненность или легкость контактов, совпадение или несовпадение вкусов, большая или меньшая внушаемость и т. д. Если в диффузных группах межличностные отношения указанного типа являются преобладающими и за ними не просматриваются их внутренние детерминанты, то в коллективе подобные взаимоотношения приобретают несколько иной характер, будучи проявлением в конечном счете тех детерминантов групповых связей, кото-

рые прежде всего опосредствованы характером социальных отношений, господствующих в обществе. Однако даже на этом поверхностном слое сказывается объединяющее и направляющее влияние коллективизма. Одним словом, внутренние, глубинные слои групповой активности в коллективе как бы «прогревают» наружный слой межличностных отношений и преобразуют его.

Второй слой образует совокупность межличностных отношений, опосредствованных содержанием коллективной деятельности и его ценностями, составляющих собственные характеристики коллектива как группы, объединенной социально ценными и личностно значимыми целями и идеалами, которые в конечном счете обусловливаются общественной жизнью. Этот слой характеризуют групповые психологические феномены, в которых отношения человека к человеку выступают в качестве отношений к нему как участнику совместной социально значимой деятельности, как товарищу по работе.

Еще глубже прощупывается третий слой — каркас связей и отношений собственно деятельностных, по существу, отношений к предмету коллективной деятельности. Это каркас специфических характеристик данного коллектива: мотивы и цели его деятельности, отношение к объекту деятельности, социальный смысл коллективной деятельности. Все это образует ядро межличностных отношений в коллективе. Именно в нем в первую очередь обнаруживаются различия между коллективами и другими группами совместно действующих индивидов, сказывающиеся затем в особенностях второго слоя внутригрупповых взаимоотношений и лишь в незначительной степени — в специфике первого слоя.

Диалектическая взаимосвязь социально-психологических явлений внутри каждого слоя групповой активности, а также между слоями образует сложную структуру межличностных отношений в коллективе, которая получила название стратометрической структуры (от лат. stratum — слой, пласт).

Итак, первое, что дало обращение к принципу деятельностного опосредствования межличностных отношений, было идеей глубинной многоуровневой (стратометрической) структуры коллектива. «Стереометрия» коллектива оказалась противопоставлена «планиметрическому» строению «малой группы». В этой связи предложенная нами теоретическая конструкция и получила первоначально название стратометрической концепции.

В групповой динамике различные феномены межличностных отношений выступают как неиерархизированные по отношению к целям, принципам и ценностям общей деятельности, в коллективе же они иерархизируются, образуя различные страты, не плоскостную, а объемную конфигурацию. Подобно тому как недопустим перенос на коллектив закономерностей, свойственных диффузной группе, было бы неправомерно выводы, полученные при изучении поверхностного слоя межличностных отношений в коллективе, универсализировать и считать достаточными для понимания сущности межличностных отношений в данном коллективе и самого коллектива.

Между тем во многих прикладных социально-психологических работах допускалось (и допускается) использование индексов поверхностного слоя для характеристики коллектива в целом. При этом определяющая роль принадлежит взаимным симпатиям, коммуникативности и прочим факторам, не связанным с предметной деятельностью группы и потому на самом деле второстепенным. Для нас очевидно, что предлагаемые в результате этих обследований оценки не являются адекватными, а иногда могут просто дезориентировать.

Если первый вывод, который мы могли сделать, относился к возможности с помощью принципа деятельностного опосредствования проявить нечто вроде томограммы* межличностных отношений в коллективе, то второй вывод относится к типологии групп, которую невозможно было построить на основе принципов групповой динамики, так и не сумевшей выделить главные факторы, обеспечивающие формирование группы. В концепциях групповой динамики они либо отсутствуют, либо оказываются приравнены к второстепенным факторам (размеру группы, числу групповых коммуникаций и т. д.). Для создания типологии групп (здесь она представлена скорее как топология) мы используем геометрическую модель, которая позволит лучше понять отличие групп разного уровня развития по основным социально-психологическим параметрам и выделить «пространство», в котором могли бы быть расположены любые по типу группы (рису-

* Томограмма — последовательные послойные рентгеноснимки глубинных структур внутреннего органа.



ПЕТЕРБУРГ. В Спасском переулке продаются шары, наполненные водородом, по цене от 7 коп. до 3 руб. Хозяева, желающие занять гостей своих, могут приводить такие шары в равновесие посредством подвешенных бумажек и шары будут производить тихие, но очень интересные движения по комнатам во всех направлениях и уже ни один гость не начнет разговора о погоде, театре, картах.

«Воздухоплаватель», № 15, 1880 г

нок). Векторы, его образующие, с одной стороны, показывают степень опосредствованности межличностных отношений (С), а с другой — содержательную сторону опосредствования, развивающегося в двух противоположных направлениях: А — в направлении, соответствующем общественному прогрессу, и В — в направлении, препятствующем ему. Обозначим вектор ОА как социальное развитие опосредствующих факторов и вектор ОВ как их антисоциальное развитие.

Теперь, используя три вектора (⁰А, ⁰В, ⁰С), построим изображение и рассмотрим его компоненты.

Фигура I несет на себе необходимые признаки коллектива, отвечающие требованиям общественного прогресса, высокую (здесь максимальную) социальную значимость факторов, в максимальной степени определяющих и опосредствующих межличностные отношения. Перед нами высокосплоченный коллектив.

Фигура II представляет общность, где высокий уровень развития социальных ценностей лишь в очень слабой мере опосредствует групповые процессы. Возможно, это только что созданная группа с далеко еще не сложившейся совместной деятельностью. Здесь успех одного человека не определяет успешность деятельности других, и неудача одного не влияет на результаты другого. Нравственные ценности в такой группе функционируют, но они не отработаны в процессе общения и совместного труда, а привнесены из широкой социальной среды, и их дальнейшая судьба зависит от того, будет ли создана коллективная деятельность, которая их повседневно созидает и укрепляет.

Фигура III представляет группу, где налицо высокий уровень опосредствования взаимоотношений индивидов, но факторы, которые их опосредствуют, являются глубоко антиобщественными, реакционными, враждебными социальному прогрессу. Любая антиобщественная корпорация может занять позицию, соответствующую локализации рассматриваемой фигуры.

Фигура IV показывает общность, где взаимоотношения людей почти не опосредствуются общими факторами совместной деятельности, а сами эти факторы имеют антисоциальный характер, что лишает деятельность какой-либо общественной ценности и направляет ее по пути реализации узкой личной выгоды каждого из членов группы, в том числе и во вред обществу.

Наконец, в фигуре V вырисовывается типичная диффузная группа, где на нулевой отметке оказываются и социальная ценность опосредствующих факторов, и степень их выраженности в системе межличностного взаимодействия. Примером этого может быть собранная из случайных людей экспериментальная группа, которой предлагают не значимые в социальном отношении задания (допустим, при изучении конформности).

В указанном пространстве может быть размещена любая социальная группа. Каждый тип деятельности обладает своим диапазоном опосредствования межличностных отношений и его социальной ценности и тем самым своей коллективообразующей силой.

Выделение коллектива как группы, где групповые процессы опосредствованы содержанием совместной общественно ценной деятельности, вводит новый объект изучения, которого не знала и не знает традиционная зарубежная психология. Деятельностное опосредствование выступает как системообразующий признак коллектива.

Разумеется, было бы безусловным преувеличением, если бы дело было представлено таким образом, что стратометрическая концепция будто бы открыла коллектив как предмет социально-психологического исследования. Изучение коллектива всегда занимало достойное место в программах работы советских психологов, которые подчеркивали общественно-целенаправленную деятельность коллектива как группы высшего уровня развития и изучали пути его формирования. Однако в этих работах не были выделены качественные психологические характеристики межличностных отношений в коллективе по сравнению с другими группами, не показаны особенности структуры групповой активности в коллективе, не подчеркнута невозможность перенесения закономерностей, верных для группы низкого уровня развития, на коллектив (как и обратно от коллектива к диффузной группе), не предложены методы исследования, отвечающие пониманию сущности групповых процессов в коллективе, не отобраны количественные индексы, отражающие социально-психологические феномены коллектива. Все это оказалось возможным осуществить с позиций предложенного нами подхода.

Что же представляют собой эти социально-психологические феномены коллектива?

В центре внимания социальных психологов, ориентирующихся на стратометрическую концепцию, находятся групповые процессы, характеристики межличностных отношений, в которых с наибольшей полнотой обнаруживается принцип опосредствования деятельностью (явления второго слоя). Так, под этим углом зрения рассматривается сплоченность группы, издавна привлекавшая исследователей. Групповая динамика усматривала прямую связь между частотой и интенсивностью коммуникаций в группе и ее сплоченностью и готова была даже увидеть в интенсивности общения подлинную детерминанту сплоченности. Однако оживление контактов в группе может свидетельствовать о ее внутренней конфликтности — наблюдения это подтверждают, и тогда широко принятый в групповой динамике коэффициент групповой сплоченности (частное от деления числа взаимных связей на их количество, теоретически возможное для данной

группы) оказывается бессодержательным, не информативным.

В русле рассматриваемого здесь теоретического подхода намечены иные пути изучения сплоченности. Групповая сплоченность в стратометрической концепции — это интегральная характеристика групповых связей, показывающая уровень или степень совпадения мнений, оценок, установок группы по отношению к объектам (целям деятельности, лицам, идеям, событиям), наиболее значительным для группы в целом. Исходя из этого вводилась и собственно экспериментальная программа получения индекса сплоченности, которым служила частота совпадений мнений или позиций членов группы по отношению к объектам, существенно значимым для группы в целом.

Располагая такими индексами, можно сопоставлять различные группы на определенных ступенях их организации или сравнивать ступени между собой. Зная степень сплоченности группы, можно предпринять своевременные профилактические меры воспитательного характера для повышения уровня интегративной деятельности группы и установления границ ее оптимальной структуры. Расшифровав показатели сплоченности как ценностно-ориентационного единства группы, мы получаем данные для более глубоких представлений о характере взаимоотношений личности в группе.

Высокая степень совпадения мнений, оценок, позиций индивидов по существенно значимым для группы вопросам создается не столько в результате коммуникативной практики группы, сколько является следствием активной совместной групповой деятельности, имеющей общественно полезный характер. Именно такая деятельность и служит основой общения между членами группы и становится источником интенсификации связей между ними.

Ценностно-ориентационное единство группы как показатель ее сплоченности отнюдь не предполагает совпадения оценок и позиций членов группы во всех отношениях, нивелировку личности в группе, например в сфере вкусов, эстетических ценностей, читательских интересов и т. д. Разносторонняя и сколь угодно пестрая картина этих ориентаций не препятствует сохранению сплоченности группы.

Ценностно-ориентационное единство в коллективе — это прежде всего сближение оценок в нравственной и деловой сфере, в подходе к целям и задачам совместной деятельности. Если, например, одни члены группы считают, что задача, поставленная перед группой, невыполнима, или что руководитель группы не способен обеспечить ее выполнение из-за своей некомпетентности, а другие члены группы придерживаются противоположного мнения и подобные разногласия типичны для данной группы, то ни о какой сплоченности не может быть и речи.

Ценностно-ориентационное единство в качестве сплоченности коллектива (как и упоминавшееся коллективистическое самоопределение) — это один из многих изученных и введенных в научный оборот социально-психологических феноменов (и терминов), принятых в стратометрической концепции. Здесь нет возможности рассказать о других феноменах межличностных отношений (действенной групповой эмоциональной идентификации, мотивации межличностного выбора, формах возложения и принятия ответственности и т. д.), пояснить методы исследования, изложить научные результаты. Это сделано в наших публикациях*. Заметим при этом, что углубленная разработка феноменологии коллектива только начинается и мыслится нами как перспективная и принципиально важная задача.

Первоначально сформулированная как стратометрическая концепция разработанная нами теория деятельностного опосредствования межличностных отношений является развернутой системой утверждений и доказательств и позволяет предсказывать неизбежность возникновения одних психологических феноменов и закономерное отсутствие других в группах разного уровня развития. Другими словами, познанная закономерность, которой подчиняются межличностные отношения, предполагает переход от одного утверждения к другому без непосредственного обращения к чувственному опыту. Это, само собой, не означает отказа от экспериментальной проверки гипотез, вытекающих из найденных теоретических посылок, а лишь делает обоснованными предположения о конечных результатах экспериментов.

Таким образом, совокупность идей, получивших освещение в нашей статье, представляет собой в настоящее время специальную социально-психологическую теорию (теорию деятельностного опосредствования межличностных отношений) и содержит в себе возможности объяснения и предвидения различных психологических явлений в группах и коллективах.

Так, вопреки установившемуся в психологической (преимущественно западной) литературе

* См.: А. В. Петровский, В. В. Шпалинский. Социальная психология коллектива. М., «Просвещение», 1978; А. В. Петровский (ред.). Психологическая теория коллектива. М., «Педагогика», 1979; А. В. Петровский. К построению социально-психологической теории коллектива. — «Вопросы философии», 1973, № 12; А. В. Петровский. О некоторых феноменах межличностных взаимоотношений в коллективе. — «Вопросы психологии», 1976, № 3; А. В. Петровский. Некоторые новые аспекты разработки стратометрической концепции групп и коллективов. — «Вопросы психологии», 1978, № 6; А. В. Петровский. Психологическая теория групп и коллективов на новом этапе. — «Вопросы психологии», 1977, № 5.

мнению, согласно которому социально-психологические закономерности мыслятся как верные для группы «вообще», теория деятельностного опосредствования утверждает, что в коллективах по сравнению с диффузными группами действуют закономерности качественно иные. Например, американские социальные психологи, выясняя связь между интенсивностью эмоционального общения в группе и эффективностью ее работы, приходят к противоречивым выводам — одни исследователи обнаруживают положительную, другие — отрицательную связь между указанными факторами. Разведение групп по признаку опосредствования содержанием совместной деятельности снимает кажущуюся противоречивость результатов. В коллективе соотношение между эффективностью деятельности и благоприятным характером эмоционально-психологических взаимоотношений положительное, а в слабо развитых группах — отрицательное.

Теория деятельностного опосредствования реально противостоит по основным позициям всей традиционной социальной психологии малых групп независимо от теоретической ориентации тех или иных психологов, принадлежащих к различным научным школам (интеракционистской, необихевиористской, неофрейдистской, когнитивистской ориентаций). Заметно различаясь в способах интерпретации полученных эмпирических данных, эти школы сближаются, когда осуществляют выбор объектов, задач и методов социально-психологического исследования, сходятся в механистическом понимании сущности межличностного взаимодействия в группе. Они задают одни и те же методологические предпосылки исследования и имеют дело с одной и той же неизменной моделью групповых процессов. Опора на все эти теории может только дезориентировать практику.

Упомянутый в начале статьи переход от изучения «психики вообще» к изучению психологии конкретной личности в конкретных обстоятельствах в советской психологической науке связан с представлением о деятельности как пути преобразования предметного мира человеком и тем самым преобразования самого себя. Принцип деятельности является центральным в общей психологии. Свою эвристическую функцию он сохраняет для всех ветвей и отраслей психологии: педагогической, детской, инженерной и т. д. Изменяя окружающий мир, познавая и обучаясь, созидая предметный мир, человек изменяется сам, становясь личностью. Однако социальная психология весьма долго стояла в стороне от возможностей использования деятельностного подхода.

Рассматриваемая здесь социально-психологическая теория позволила распространить принцип деятельности, образующий центральное звено марксистского общепсихологического понимания человека, на область социальной психологии. Другими словами, это означает, что социально-психологическая теория утрачивает свою недавнюю изолированность от развитой общепсихологической теории, становится ее органической частью — во всяком случае применительно к таким ее важнейшим разделам, как психология группы, коллектива, межличностных отношений в группе и др. Введение категории деятельности в психологическое исследование позволяет изменить весь понятийный строй социально-психологического знания.

Так же как индивид в предметной деятельности изменяет окружающий мир и посредством этого изменяет себя, становясь личностью, социальная группа в совместной общественно значимой деятельности преобразует окружающее и посредством этого преобразования конструирует и изменяет систему межличностных отношений и межличностного взаимодействия, становясь коллективом.

В социальной психологии, как и в психологии общей, действует принцип внутреннее через внешнее. Феномены межличностных отношений отчетливо это обнаруживают. Так, например, коллективистическое самоопределение в отношении задач групповой деятельности складывается как результат активной деятельности коллектива по претворению в жизнь поставленных перед ним целей — межличностные отношения преобразуются деятельностью коллектива, которая направлена вовне, на социально-значимый предмет, а не на сами эти межличностные отношения.

Таковы некоторые пути, на которых происходит включение разрабатываемой нами социально-психологической теории межличностных отношений в контекст общей теории советской психологической науки. Социально-психологические исследования на основе деятельностного подхода имеют сравнительно краткую историю развития — всего несколько лет, но, вливаясь в поток теоретической мысли, источником которой является принцип деятельности, они обретают надежные ориентиры и перспективы.

ИВАН ИВАНОВИЧ АРТЕМЕНКО
(р. 1924) — историк, археолог, доктор исторических наук, директор Института археологии АН УССР.
В 1948 окончил исторический факультет Днепропетровского государственного университета. Работал научным сотрудником (1948—1951) и заместителем директора по научной части (1951—1955) в Днепропетровском историческом музее.
В 1958 окончил аспирантуру при Институте археологии АН СССР под руководством профессора А. Я. Брюсова. До 1973 работал в том же институте в должности младшего, старшего научного сотрудника и заведующего сектором. В 1963 защитил кандидатскую, а в 1977 докторскую диссертации.
С 1973 И. И. Артеменко — директор Института археологии АН Украинской ССР.
Основные его научные интересы сосредоточены на истории и археологии племен неолита и бронзы лесостепной и лесной зон Европейской части СССР. С 1956 он руководит археологическими исследованиями памятников эпохи неолита и бронзы на территории Восточной Белоруссии и Брянской области.
И. И. Артеменко — автор более 70 опубликованных работ, среди них монографии «Среднее и Верхнее Поднепровье в конце энеолита и в эпоху бронзы (середина III — начало I тысячелетия до нашей эры)» и «Племена Верхнего и Среднего Поднепровья в эпоху бронзы».

И. И. Артеменко — председатель Научного совета АН УССР по проблеме «Археологические исследования в Украинской ССР», редактор квартального сборника «Археология», член редколлегии журнала «Советская археология», член республиканского правления Украинского общества охраны памятников истории и культуры, член секции Комитета по Государственным премиям УССР в области науки и техники при Совете Министров УССР.



ИВАН ИВАНОВИЧ АРТЕМЕНКО

Новые исследования археологов Украины

История племен и народов, живших на современной территории Украины, теснейшим образом связана с историей цивилизаций Европы и Азии. На этой территории сложились, а затем распространились в Восточной Европе различные формы хозяйства и производства, происходили сложные процессы, связанные с образованием племен и народов Восточной и Центральной Европы, возникло одно из могущественных государств средневековья — Киевская Русь, ставшая колыбелью трех братских восточнославянских народов — русского, украинского и белорусского.

Археологические исследования на территории Украины насчитывают более 150 лет, но значительного развития они достигли лишь за годы Советской власти, приобретя систематический, плановый характер. Особенно крупные по масштабам исследования проводятся на территории республики в последнее десятилетие. Ежегодно здесь работает около 200 экспедиций и отрядов. Кроме Института археологии АН УССР — головного научного учреждения республики, исследования осуществляют Отдел археологии Института общественных наук АН УССР (г. Львов), университеты, пединституты и музеи республики. Вместе с украинскими учеными трудятся археологи Москвы, Ленинграда, Свердловска и других научных центров страны.

В последние годы археологические исследования в республике ознаменовались важными открытиями, дали новый ценный научный материал для освещения истории и культуры населения современной территории Украины, начиная с эпохи энеолита до позднего средневековья.

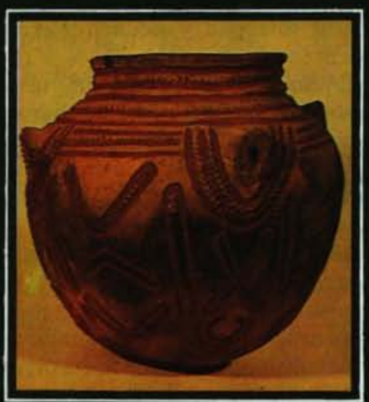
Памятники эпохи палеолита исследуются в Закарпатье, Крыму, на Днепре, в Одесской, Житомирской, Донецкой и других областях. Среди них большое научное значение имеют многослойные памятники, позволяющие создать четкую и обоснованную систему периодизации палеолита, решить проблему первичного заселения Восточной Европы, глубоко и всесторонне осветить конкретную историю палеолитического населения. Особый интерес представляют раскопки древнепалеолитической стоянки у с. Королево Виноградовского района Закарпатской области, осуществляемые под руководством В. Н. Гладилина. Это первое в СССР местонахождение с семью стратифицированными культурными слоями, относящееся к ашель-мустьерскому времени. В Крыму в результате многолетних работ Ю. Г. Колосова обнаружено и частично исследовано более 20 мустьерских памятников. Среди них большой интерес у исследователей вызвали две многослойные стоянки (V и VI) близ г. Белогорска-Заскальное, имеющие четкую стратиграфию соответственно семи и шести культурных слоев мустьерского времени. В них найдены кости животных (мамонта, лошади, сайги, песца, волка и др.) и разнообразный кремневый инвентарь.

Впервые в нашей стране в одном пункте обнаружены остатки скелета четырех неандертальцев — женщины и трех детей 5—6 и 10—12 лет.

На основании данных археологических раскопок многослойных древнепалеолитических стоянок в Закарпатье и в Крыму исследователи высказывают предположение о более раннем (домустьерском) заселении человеком Крыма, о заселении Северного Причерноморья и Восточной Европы не только с Кавказа, но и из Центральной и Южной Европы не позже ашельского времени. Не исключено также и более раннее (шельское) время появления человека в Северном Причерноморье.

Большой интерес представляет также новая трактовка С. Н. Бибиковым найденных костей

Глиняная модель жилища трипольской культуры. III тысячелетие до н. э.





Глиняный сосуд и кремневый наконечник копья из погребения катакомбной культуры. Первая половина II тысячелетия до н. э.



Каменный топор из погребения катакомбной культуры. Первая половина II тысячелетия до н. э.

Энеолитическое святилище. III тысячелетие до н. э.



Литейная форма для отливки кинжала из погребения срубной культуры. Вторая половина II тысячелетия до н. э.

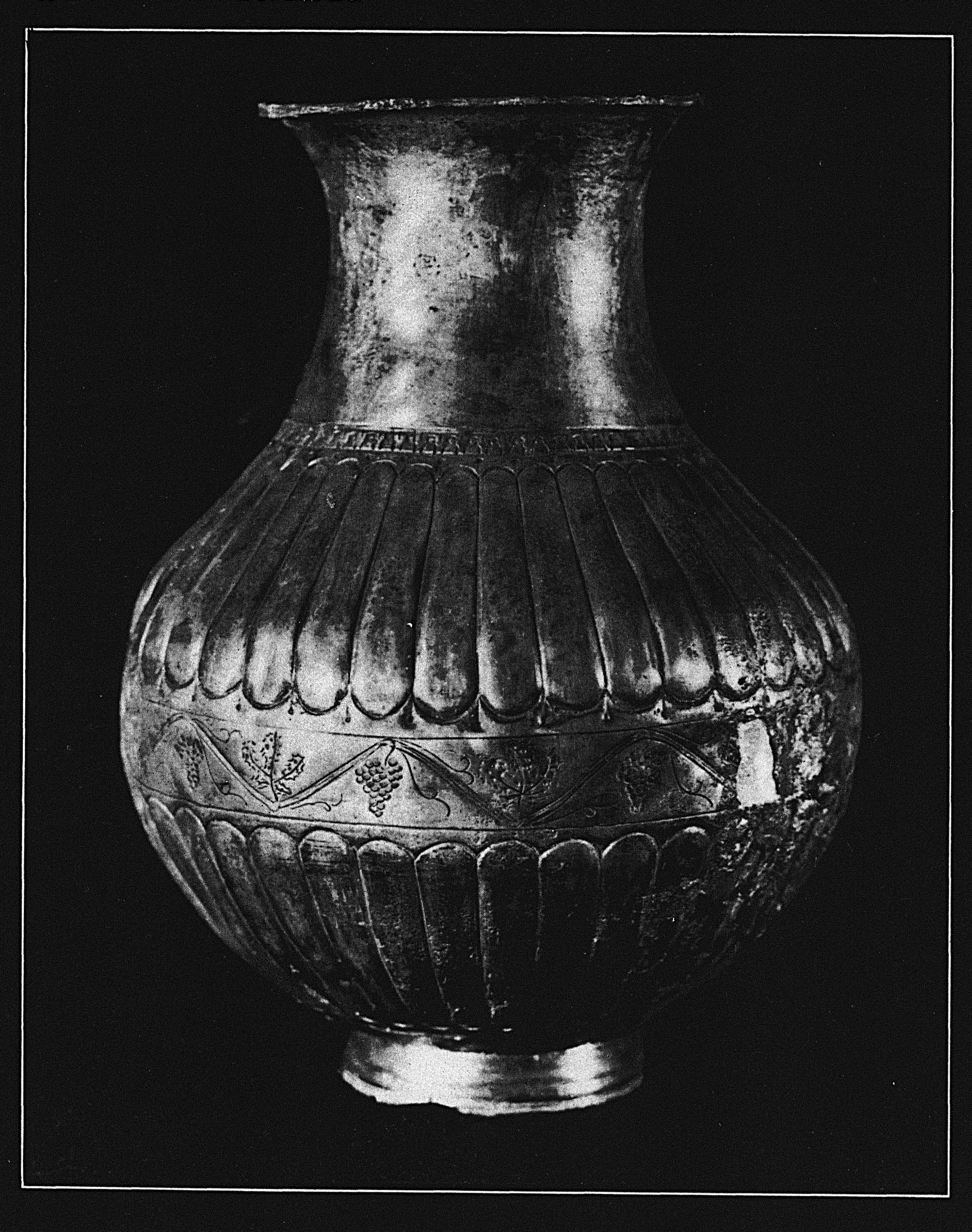


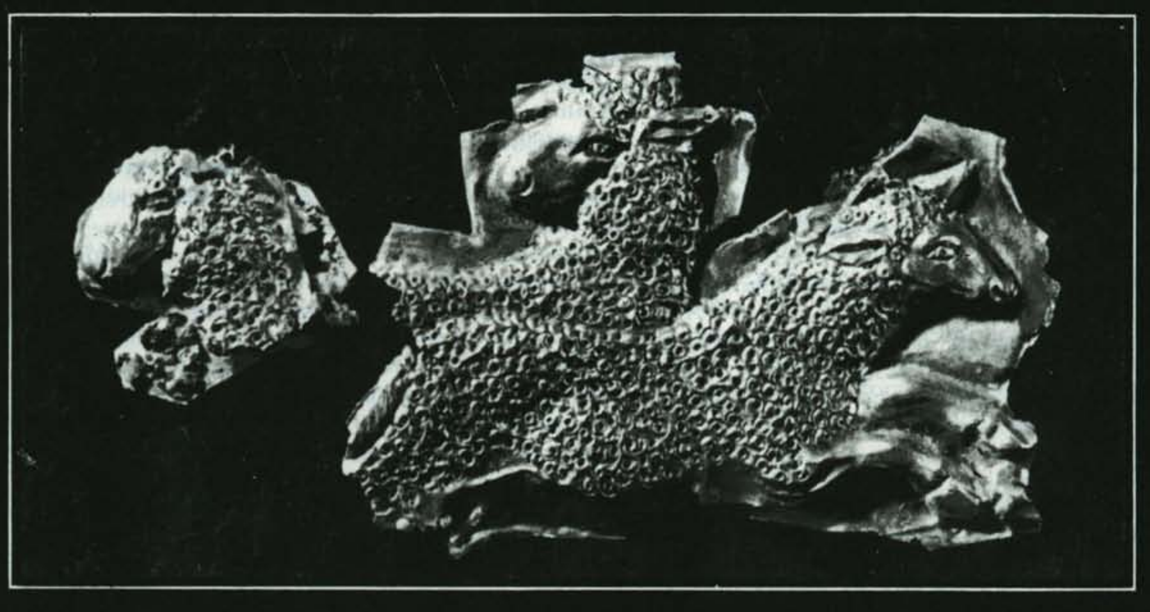
Золотая головка богини Деметры — деталь украшения скифской одежды из кургана. IV в. до н. э.



Золотая фигурка вепря с серебряными клыками из Хоминой могилы. Она, вероятно, служила ручкой деревянного сосуда. IV в. до н. э.

Серебряный сосуд, серебряная позолоченная чаша и ее деталь, золотая пластина с изображением овец. Курган Гайманова могила. IV в. до н. э.





мамонта на позднепалеолитических поселениях у с. Мезин Черниговской области и в с. Межирич Черкасской области.

В Мезине среди костей мамонта были лопатка, две челюсти, бедро, обломок черепа и большой обломок таза, в определенных местах украшенные геометрическим орнаментом, выполненным красной краской в виде зигзагов, прямых параллельных линий, треугольников. Здесь же найден составной «шумящий» браслет, состоящий из пяти отдельных пластинок, вырезанных из бивня мамонта и украшенный прекрасным елочным орнаментом. На поселении Межирич у входа в жилище обнаружен череп мамонта, лобная часть которого орнаментирована сложным геометрическим рисунком. До последнего времени эти орнаментированные кости рассматривались как свидетельство существования искусства живописи у кроманьонцев. Однако С. Н. Бибиков заметил следы на группе костей, оставшиеся от многократных ударов. Детальный анализ с применением специальной экспертизы позволил С. Н. Бибикову высказать мнение, поддержанное в настоящее время многими специалистами — археологами, биологами, этнографами, музыковедами, криминалистами, что эти кости употреблялись в качестве ударных музыкальных инструментов. Интересно, что изнутри бедра мамонта для лучшего резонанса была удалена губчатая костная ткань.

Пять украшенных костей мамонта из Мезина, найденных вместе, по-видимому, составляли единый музыкальный комплекс. Вероятно, к нему относился и частично сохранившийся орнаментированный череп мамонта.

Набор этих инструментов давал различные звуковые гаммы, и притом в разной тональности. В частности, череп мамонта из Межирич был прекрасным резонирующим инструментом типа барабана. В качестве ударников использовались длинные кости-колотушки из бивня мамонта и рога оленя. Наборный «шумящий» браслет из Мезина относится к звуковым инструментам типа своеобразных кастаньет, сопровождавших ритуальные церемонии, родовые празднества. Среди палеолитических памятников СССР это первая находка такого инструмента. Орнаментированные кости мамонта из палеолитических поселений Мезина и Межирич представляют собой первую в мире коллекцию древнейших музыкальных инструментов.

В предшествующие годы на территории Украины были осуществлены большие работы по изучению истории раннеземледельческих племен трипольской культуры. Стали известны сотни трипольских поселений, на многих из них осуществлены раскопки на широких площадях, а некоторые раскопаны почти полностью. Массовое изучение трипольских поселений позволило осветить многие вопросы истории трипольцев — установить границы их расселения, создать периодизацию трипольских памятников, изучить топографию, размеры и планировку поселений, конструкцию и внутреннее устройство жилищ, хозяйство и идеологию трипольского общества и другие вопросы.

И казалось, уже ничего нового о размерах трипольских поселений, их планировке и устройстве нельзя было ожидать от новых раскопок. Но в последние годы благодаря применению аэрофотосъемки впервые были обнаружены огромные трипольские поселения, занимавшие площадь от 250 до 400 га. В настоящее время в Южном Побужье и на Днестре зафиксировано около 10 таких поселений. Одним из первых начали исследовать поселение у с. Майданецкого Тальновского района Черкасской области. Площадь поселения почти 300 га. В результате археологических раскопок и геофизической разведки на поселении обнаружено около 1500 глинобитных домов. Среди них были, вероятно, и двухэтажные. Об этом свидетельствуют остатки обвалившихся межэтажных перекрытий, под которыми найдены орудия труда и домашняя утварь. Обращает на себя внимание четкая планировка — улицы расположены по круговой и радиальной системам. Выявлены выходы из поселения и его первоначальное ядро, площади, общинные дома и производственные комплексы. По предварительным подсчетам, на поселении могло жить более 10 тыс. человек.

Поселение относится ко второй четверти III тысячелетия до нашей эры. Сейчас пока трудно точно объяснить причину появления таких больших по площади и количеству населения трипольских поселений. Возможно, это — результат внутреннего экономического развития трипольского общества. Однако не исключено, что их возникновение было вызвано военной угрозой со стороны степных скотоводческих племен. Именно к этому времени относится начало вторжения таких племен на трипольскую территорию правобережья Среднего Поднепровья.

Большие трипольские поселения типа Майданецкого являются новым исключительно важным источником для изучения истории древнеземледельческих трипольских племен, реконструкции социально-экономической структуры трипольского общества. Дальнейшее исследование позволит по-новому оценить уровень развития и социального строя трипольских племен*.

Одна из важнейших наших задач — обязательное и полное научное исследование археологических памятников, которые могут подвергнуться разрушению в процессе строительства эле-

* Этому вопросу посвящена статья Е. К. Черныш «Проблемы исследования трипольской культуры Молдавии», опубликованная в международном ежегоднике «Будущее науки» (выпуск двенадцатый), 1979. — Ред.

ктростанций, промышленных предприятий, каналов, водохранилищ и крупных оросительных систем, имеющих народнохозяйственное значение.

Советское правительство постоянно заботится о сохранении и изучении памятников истории и культуры, что зафиксировано в Конституции СССР. Реальному воплощению этого в жизнь служат закон СССР и закон Украинской ССР «Об охране и использовании памятников истории и культуры».

В последнее время ежегодно в зонах новостроек на значительной территории изучается большое количество археологических памятников: поселений, городищ, курганов. Особенно много исследуется курганных могильников, значительная часть которых оказалась усыпальницами скифских вождей или царей. Только в 1975 г. на юге Украины раскопано 360 курганов, в которых обнаружено около двух тысяч погребений различных эпох. Археологическая наука получает такие источники, которыми она никогда раньше не располагала. Прежде всего получен массовый археологический материал, без которого невозможны серьезные обобщения по древней истории. Это предметы повседневного обихода (глиняная посуда, бронзовые котлы), украшения (золотые кольца, браслеты, гривны, ожерелья), металлические детали одежды, оружие (стрелы, копья, мечи, колчаны, секиры, военные доспехи), ритуальные сосуды, конское убранство и др.

Новые археологические исследования позволяют проследить исторический процесс, происходивший в степной зоне УССР от эпохи энеолита до средневековья включительно, уточнить территорию, которую занимали племена отдельных культур, выяснить время их существования, изучить хозяйство и быт, установить их связи с населением других территорий.

Исследование курганов эпохи энеолита и бронзы позволяет выяснить, когда началось освоение степей. Установлено, что курганы III тысячелетия до нашей эры (древнеямных племен) концентрируются вблизи рек, а на 10—30 км в глубь степи курганы появляются лишь около середины II тысячелетия до нашей эры. Только в это время племена эпохи бронзы начинают осваивать территорию степи.

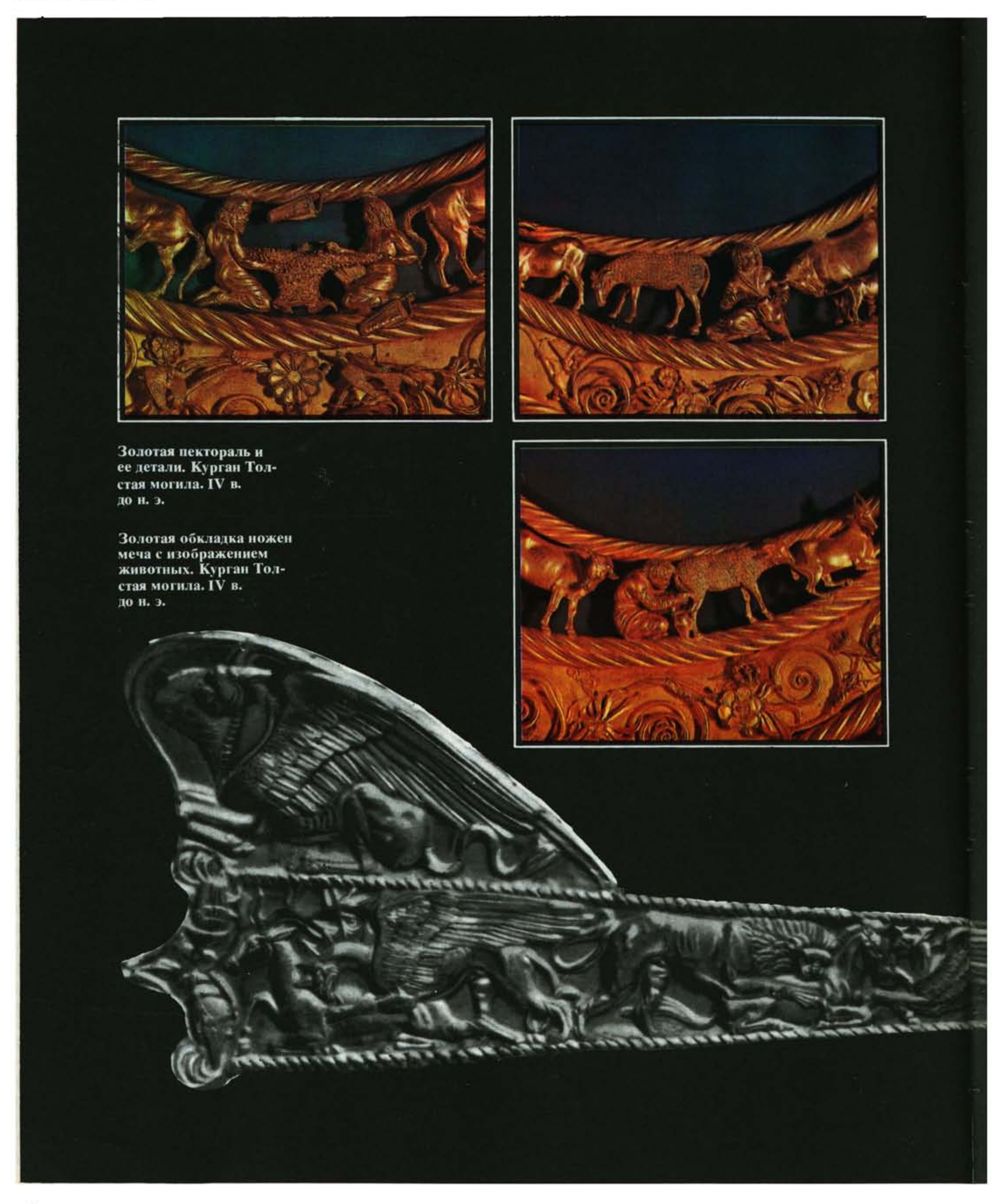
Получены новые данные, характеризующие материальную культуру и духовный мир энеолитических племен юга Украины, которые были тесно связаны с Кавказом, а через него и с Древним Востоком. Установлены также контакты этих племен с племенами трипольской культуры.

В последние годы в Крыму и Причерноморье исследовано большое количество курганов с погребениями в каменных и деревянных ящиках. Стены ящиков изнутри украшены гравированным или нанесенным красной, черной, а иногда желтой краской орнаментом в виде сложных геометрических фигур, волнистых линий, кругов, ствола дерева с симметрично расположенными ветвями и др. Встречаются каменные ящики, сделанные с большим мастерством. Стенки их состоят из четырех хорошо отесанных плит. На краях поперечных плит вырублены пазы, куда плотно вставлялись продольные. Плиты, служившие дном и крышкой ящика, также имели специальные пазы. Изучение погребений в каменных и деревянных ящиках и находившегося в них инвентаря (глиняной посуды, орудий труда) позволило исследователям прийти к выводу, что эти погребения оставлены племенами кавказского происхождения, жившими в Крыму и Причерноморье во второй половине III — начале II тысячелетия до нашей эры. Культура этих племен выделена археологами под названием кеми-обинской культуры, по имени первого кургана Кеми-оба, раскопанного в 1957 г. А. А. Щепинским близ г. Белогорска в Крыму.

С племенами кеми-обинской культуры некоторые исследователи связывают распространение в Крыму и Причерноморье антропоморфных стел — древнейших памятников монументальной скульптуры. Они представляют собой крупные каменные плиты, схематически обработанные в виде человеческих фигур, где обычно выделена лишь голова. Более совершенные стелы отличаются обработкой лицевой стороны — нанесены глаза, нос, рот, руки; иногда встречаются переданные рельефом или неглубокой гравировкой посохи, пояса, топоры. Каждая стела сугубо индивидуальна. По мнению исследователей, они устанавливались на курганах, где были похоронены вожди или старейшины. Одна из стел была обнаружена на кургане с погребением кеми-обинской культуры у с. Казанка в Крыму. Однако большинство стел найдены в курганах с погребениями древнеямной культуры, где они употреблялись в качестве перекрытия могил, нередко вместе с простыми, необработанными каменными плитами. Такое отношение к стелам других племен — снятие и уничтожение памятника, стоявшего на могиле вождя, осквернение его — может быть объяснено лишь враждебными отношениями между племенами, проявлением одной из форм мести.

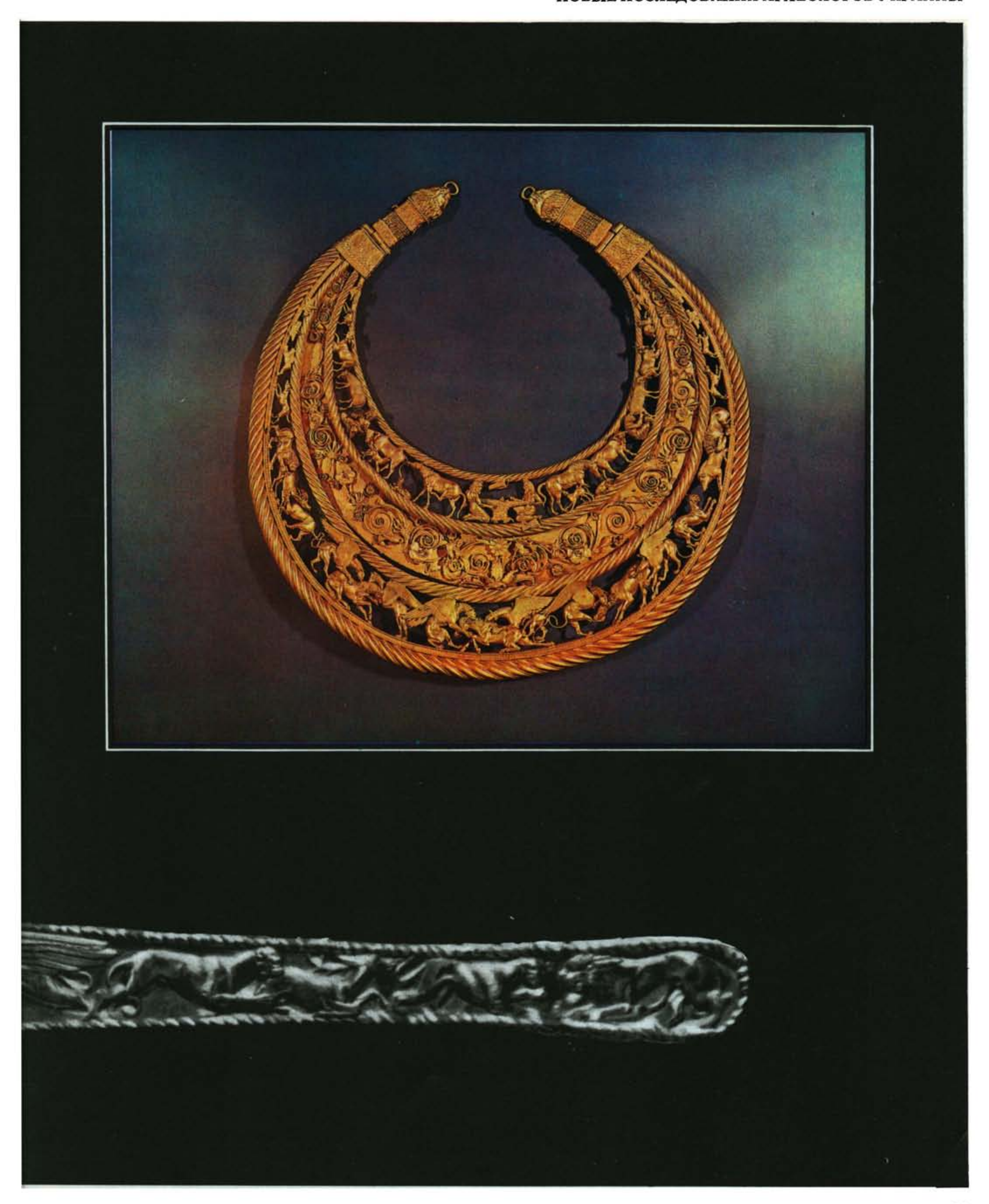
Ингульской экспедицией Института археологии АН УССР под руководством О. Г. Шапошниковой при раскопках одного из курганов в Николаевской области впервые были обнаружены остатки древнего святилища эпохи энеолита, представляющего собой вертикально установленные по кругу каменные плиты с каменной вымосткой в центре.

Важные данные получены и при исследовании памятников эпохи бронзы — II тысячелетия до нашей эры. До недавнего времени западную



Золотая пектораль и ее детали. Курган Толстая могила. IV в. до н. э.

Золотая обкладка ножен меча с изображением животных. Курган Толстая могила. IV в. до н. э.



Бронзовое навершие с фигурой оленя и оксибаф — греческий краснофигурный сосуд. Курган Бердянский. Конец V — начало IV в. до н. э.



Золотая ажурная пластина — украшение оголовья коня из погребения. IV в. до н. э.



границу племен катакомбной культуры доводили до Днепра. Новые исследования позволили отодвинуть ее до Южного Побужья, где О. Г. Шапошниковой выделена еще одна группа памятников катакомбных племен. В кургане Высокая могила в Запорожской области В. И. Бидзиля исследовал погребение древнего земледельца начала II тысячелетия до нашей эры, в котором наряду с другими предметами было обнаружено хорошо сохранившееся деревянное ра́ло, представляющее собой наиболее древнюю находку орудия пашенного земледелия в Восточной Европе. Это открытие позволяет по-новому ставить вопрос о времени зарождения пашенного земледелия в Восточной Европе и его древнейших формах.

В конце II — начале I тысячелетия до нашей эры Северное Причерноморье населяли древнейшие из известных племен — киммерийцы. Это был большой племенной союз, в состав которого входили многочисленные племена. Античные поэты, историки и географы сообщают о походах киммерийцев в Малую Азию. Они разбили урартского царя Русу I, вели войны с Ассирией, овладели столицей Лидии. Эти племена неоднократно упоминаются в клинописных текстах Ассирии. Последние раскопки Трои подтвердили свидетельства античных авторов о захвате ее киммерийцами в конце II тысячелетия до нашей эры. Однако до последнего времени вопросы происхождения и ранней истории киммерийцев оставались невыясненными.

В результате массовых раскопок курганов с погребениями эпохи бронзы и раннего железного века предскифского времени археологическая наука приблизилась к решению киммерийской проблемы. Анализируя накопленные материалы, А. И. Тереножкин пришел к выводу, что киммерийцы были исконными обитателями юга Восточной Европы. Они были носителями срубной культуры эпохи бронзы, которая сложилась в Поволжье и в середине II тысячелетия до нашей эры распространилась в Северном Причерноморье. Таким образом, история киммерийцев может быть прослежена с середины II тысячелетия до нашей эры и до начала скифского периода.

В VII в. до н. э. на территории киммерийцев расселились скифы, пришедшие, как сейчас предполагают, из глубин Азии. Начался 500-летний скифский период в истории юга нашей страны. Древнегреческий историк Геродот называл скифов непобедимым и неприступным народом. Он сообщил ценные сведения о племенах Скифии и их расселении, об образе жизни и обычаях скифов. Эти сведения, дополненные другими античными авторами, во многом подтверждаются археологическими данными.

Наибольшего могущества Скифия достигла в конце V—IV в. до н. э. Именно к этому времени относятся самые знаменитые, грандиозные по размерам скифские царские курганы — Солоха под Запорожьем, Чертомлык близ Никополя, Куль-оба близ Керчи и др. В них найдены замечательные ювелирные изделия, дорогое оружие, богатая посуда и многие другие предметы, среди которых есть шедевры древнего искусства, вошедшие в сокровищницу мировой культуры.

Большинство царских курганов было ограблено в древности: слишком большую приманку представляло находившееся в них золото. Неразграбленные курганы встречаются очень редко, но и то, что уцелело в них, поражает поистине сказочным богатством. Эти курганы были раскопаны еще в XIX — начале XX в. В тот период раскопки курганов сводились лишь к добыче ценных вещей. Раскапывалась не вся насыпь кургана, а только центральная его часть, чтобы можно было вскрыть главную гробницу. При этом курган, как памятник, оставался практически не исследованным. До сих пор в степях Украины высятся гигантские останцы Чертомлыка, Солохи и других раскапывавшихся в дореволюционный период скифских курганов.

Но в кургане важны не только находки. Для изучения материальной и духовной культуры скифского общества ценным источником является сам курган, особенности устройства его насыпи, наземных и подземных сооружений, детали погребального ритуала. Поэтому ведутся раскопки пострадавших от разрушений в прошлом курганов, а в ближайшие годы планируется исследование оставшейся части самого большого кургана Скифии — Чертомлыкского, который до раскопок был высотой 19,5 м.

С нарастающим размахом исследований скифских памятников в зонах новостроек юга Украины, как и на других территориях страны, советское скифоведение вступило в новый этап своего развития. Применение современной научной методики и мощной техники при археологических раскопках позволило исследовать новые скифские царские курганы, тщательно изучить их насыпи, устройство сооружений и погребальный обряд, который так красочно описал Геродот. В этих курганах, хотя и ограбленных в древности, обнаружены исключительно богатые погребения с уникальными предметами скифо-античного искусства, ставшими в один ряд с находками Чертомлыка, Солохи, Куль-оба и других скифских курганов.

Исследование курганных могильников является материальным подтверждением многих сообщений Геродота о том, что скифы жили в условиях родового строя, однако род со временем стал терять свое значение. Основным звеном становится патриархальная семья, в которой главенствовал мужчина, а женщина была в зависимом положении. Социальный состав скифского общества был неоднороден — его составляли знать, свободные рядовые люди и рабы.

Обнаруженные памятники скифского искусства представляют художественное совершенство, а главное раскрывают перед нами картины далекого прошлого, поскольку несут ценную историческую информацию, воссоздавая быт и жизнь скифов, их облик, широкие и разносторонние связи и т. д.

С большой тщательностью и достоверностью скифов изобразили и греческие мастера, имевшие со скифами непосредственный контакт. У скифов правильные черты лица, лица суровые. Прямые длинные до плеч волосы. У многих борода и усы. Одеты они в двубортные кафтаны, вышитые и отороченные мехом. Обуты в мягкие низкие сапоги, перехваченные на щиколотке ремнями. На голове — остроконечные шапки, похожие на башлык.

Художественные сюжеты предметов скифо-античного искусства весьма разнообразны: ожесточенные военные схватки, сцены охоты, бытовые, ритуальные и более сложные, отражающие представления о мире и др. Скифы верили в загробную жизнь, а поэтому вместе с умершими погребали утварь, воинские доспехи, драгоценности, лошадей и прислугу.

В 1969—1970 гг. Запорожской экспедицией Института археологии АН УССР под руководством В. И. Бидзили близ с. Балки Васильевского района Запорожской области был исследован курган Гайманова могила, имевший высоту более 8 м и диаметр около 80 м. Это усыпальница скифской царской семьи. В древности курган был разграблен, но в гробнице в двух нишах найдена столовая и кухонная посуда, а также несколько тысяч превосходных ювелирных изделий IV в. до н. э. Наиболее ценные предметы были спрятаны в тайнике. Здесь найдены золотые и серебряные ритуальные сосуды: три деревянные чаши с накладными золотыми пластинками, серебряный кубок, два ритона (рога для вина) с серебряной основой и золотыми раструбами и наконечниками в виде головы барана и льва, серебряный кувшин и серебряная с позолотой чаша. Большой ритон и деревянные чаши изготовлены скифскими мастерами, остальные предметы, судя по технике, изготовлены греческими мастерами IV в. до н. э.

Среди предметов скифо-античного искусства Гаймановой могилы особый интерес представляет небольшая серебряная шаровидная позолоченная чаша с двумя плоскими ручками. Она украшена широким фризом с изображением шести фигур скифов-воинов на фоне открытой каменистой местности. Тщательно передан облик скифов. В центре — два пожилых беседующих скифа в богатой одежде, с парадным оружием. Хорошо видны детали одежды: длинные кафтаны с треугольными клиньями внизу, отороченные мехом и расшитые на плечах и груди узорами. Своеобразные прически, оружие и особенно символы власти (булава у правого воина и плетка-двухвостка у левого) свидетельствуют о том, что здесь изображены не рядовые скифы, а представители высшей знати скифского общества.

На противоположной стороне чаши изображены в такой же одежде и с дорогим оружием пожилой бородатый скиф, передающий какой-то продолговатый предмет (эта часть сосуда повреждена) молодому скифу, который в правой руке держит ритуальный кубок. Под одной ручкой сосуда — юноша на коленях припал к бурдюку, а под другой — пожилой скиф на коленях, рядом с ним колчан с луком и стрелами.

Общий характер фриза сближает его с известными изображениями на сосудах из погребений в курганах Куль-оба и близ г. Воронежа. Сосуды такого типа употреблялись скифами при культовых церемониях. Исследователи считают, что на сосудах изображены сюжеты, которые были известны и популярны в скифском обществе, возможно, скифские мифы.

У Геродота есть скифская легенда о первом человеке, которого скифы именовали Таргитаем, а греки Северного Причерноморья — Гераклом. По Геродоту, Таргитай считался прямым предком скифских царей. Согласно одному из вариантов этой легенды у Таргитая-Геракла было три сына. Чтобы определить, кто из них достоин стать царем Скифии, он предложил им испытание: каждый должен был попытаться натянуть тетиву на отцовский лук и опоясаться его боевым поясом. Это сумел сделать лишь младший из братьев. Он и стал, согласно легенде, первым царем Скифии, а двое старших были изгнаны из страны.

Содержание сцены и облик персонажей на противоположной стороне чаши из Гаймановой могилы, возможно, отражают именно эту легенду.

Исключительный интерес представляют раскопки экспедиции Института археологии АН УССР под руководством Б. Н. Мозолевского в 1971 г. величественного кургана IV в. до н. э. Толстая могила в Днепропетровской области. Этот курган находился недалеко от одного из самых выдающихся памятников Скифии — Чертомлыкского кургана.

Под насыпью кургана высотой 8,6 м на глубине 8,5 м от современной поверхности обнаружена гробница с погребением знатного скифа, а рядом две ямы для погребения шести коней с богатой сбруей и три могилы конюших. Центральная гробница оказалась ограбленной еще в древности. Однако в ней вместе с разбросанными костями мужского скелета были найдены остатки железного панциря, наконечники стрел, серебряные сосуды и около 700 золотых пластинок, которыми обычно украшалась парадная одежда.

Каменная статуя скифского воина из кургана IV в. до н. э.



Фибула в виде фигурки дельфина (горный хрусталь, золото), золотой браслет, украшенный жемчугом, серьги золотые с драгоценными камнями и золотая гривна из женского сарматского погребения, I в. н. э.











Браслеты золотые, украшенные драгоценными камнями



Фигурные глиняные сосуды римского времени

У входа в гробницу лежали уникальные предметы, не замеченные грабителями: меч с золотой обкладкой, рукоятка ножен, украшения нагайки и золотая пектораль (нагрудное украшение) весом 1150 г. Находка пекторали сделала курган Толстая могила всемирно известным. Это непревзойденное произведение искусства. Месяцеобразное поле ее разделено жгутами на три яруса. На верхнем ярусе изображены бытовые сцены из жизни скифов, средний — украшен растительным орнаментом, в который композиционно очень удачно вписываются литые фигуры птиц. На нижнем ярусе в типично скифском зверином стиле изображены сцены борьбы животных. Талантливые греческие мастера создали уникальный памятник мирового искусства. Впервые на ритуальной царской вещи встретилось изображение небатальной сцены: каждая мельчайшая деталь в этом великолепном произведении передает живые картины из жизни и быта скифов.

Обращает на себя внимание художественной утонченностью также меч. На его ножнах изображены сцены нападения крылатых грифов на оленей, лошадей и других животных, а на рукояти меча — бой петухов. Судя по богатству обнаруженных в центральном погребении вещей, не попавших в руки грабителей, можно предположить, что здесь был похоронен один из наиболее могущественных скифских вождей.



Под этим же курганом, в его юго-западной части, находилось не ограбленное погребение знатной скифянки с ребенком и богатым погребальным инвентарем. Одежда ее, головной убор и обувь были расшиты золотыми орнаментированными пластинами, а шею украшала массивная (478 г.) золотая литая гривна с фигурками львов, охотящихся за оленями. На крупных золотых подвесках изображена богиня, сидящая на троне. Руки скифянки были украшены 11 золотыми перстнями, тремя широкими золотыми браслетами и двумя перевязями бус. Ребенок похоронен в отдельном алебастровом саркофаге, где также найдены золотые браслеты, перстни, гривна и много золотых бляшек, которыми была украшена одежда ребенка. Рядом находились серебряные сосуды и обшитый золотом пояс.

Открытие полностью сохранившегося, не поврежденного грабителями погребения скифянки и ребенка в парадной одежде с золотыми ювелирными украшениями — исключительно редкий случай в археологической практике. Его можно приравнять к открытию М. И. Веселовским 65 лет назад хорошо сохранившегося, но плохо в научном отношении зафиксированного погребения в кургане Солоха.

Ингульской экспедицией института археологии АН УССР под руководством О. Г. Шапошниковой в 1970—1972 гг. исследованы скифские погребения в Николаевской области. В них

наряду с предметами, характеризующими хозяйство и быт скифов, найдены золотые и серебряные ювелирные изделия: золотая гривна со стилизованным изображением грифона, золотые перстни, бляшки, серебряные кубки, браслеты и др. Впервые найдены неповрежденные деревянные сосуды и деревянная шкатулка, на крышке которой сохранилось прекрасное изображение женщины, выполненное красками, а также фрагмент греческой надписи.

В 1976 г. Запорожская экспедиция Института археологии АН УССР под руководством В. В. Отрощенко при раскопках кургана у с. Гюновка Каменско-Днепровского района Запорожской области исследовала ненарушенное погребение скифа и двух лошадей, находившееся на дне коридора, соединявшего входную яму с погребальной камерой. Основное погребение там еще в древности было полностью ограблено.

У стенки коридора находился скелет скифа лет 25. При нем найдены золотая серьга, железный браслет, стеклянные бусы и бронзовые наконечники стрел. Это, вероятно, было погребение конюха. У противоположной стены обнаружен скелет лошади с железными удилами и деталями узды. Посередине лежал скелет лошади с великолепным серебряным с позолотой уздечным набором: налобник в виде фигурки льва, два нащечника с изображением льва, терзающего оленя, четыре фелара и две бляхи. На голове лошади находилось плоское навершие — уникальная золотая ажурная сегментовидная пластина размером 33 × 20 см. Она закреплена на кожаной основе, окрашенной в голубой цвет. На пластине изображена всадница с луком и колчаном со стрелами, поражающая стрелами оленя под символическим древом, крону которого венчают два стилизованных цветка с чашечками красного цвета. Под ногами лошади и оленя поднимаются из земли растительные побеги. Сюжетная часть обрамлена широким поясом растительного орнамента. Навершие представляет собой как бы миниатюрное декоративное панно, где красочный эффект достигается сочетанием золота, синего и красного цветов. Подобный сюжет в скифском искусстве до сих пор не встречался. Он, по-видимому, отражает какой-то скифский миф, который еще предстоит расшифровать.

В 1977-1978 гг. Приазовской экспедицией Института археологии АН УССР под руководством Н. Н. Чередниченко на южной окраине с. Ново-Васильевка Бердянского района Запорожской области исследован скифский курган, получивший название Бердянский. Он был высотой 8,4 м, диаметром 70 м.

Под насыпью кургана, в центре, на глубине 15 м от древнего горизонта обнаружена камера центрального погребения площадью около 30 кв. м. В древности она была частично ограблена. Грабители проникли в камеру, когда она уже была заполнена почвой, закрывшей все, что в ней находилось. Они ограбили центральную часть и разрушили находившиеся здесь погребения скифов. От разграбления уцелела часть камеры вдоль ее стен. Здесь найдены стоявшие вдоль стен 20 греческих амфор, краснофигурный сосуд — оксибаф, деревянные чаши с обкладкой золотыми пластинами. В стене камеры по ее периметру были вбиты железные крюки, на которых висели, но затем упали на пол уздечки, украшенные бронзовыми и железными бляхами, обтянутыми тонким золотом. Одна из уздечек была с золотым налобником длиной 44 см и двумя золотыми нащечниками. На других крюках висели копья, меч с золотой обкладкой рукояти, боевые пояса и девять колчанов со стрелами, в каждом из них было около 200 костяных и бронзовых наконечников стрел. Здесь же найдены остатки двух головных уборов и одежды, богато украшенных золотыми пластинами.

В 7 м к югу от центра кургана исследовано еще одно погребение, также ограбленное в древности. На дне камеры стояли не тронутые грабителями бронзовые греческие сосуды — лутерий и ойхонойя. В двух тайниках находились бронзовые наконечники стрел, бронзовые прорезные навершия с фигурками оленей вверху, бронзовые и железные удила и золотые украшения конской сбруи.

Всего в центральной и боковой камерах найдено более 2500 золотых предметов, среди которых преобладают пластины и бляхи, украшавшие парадную одежду скифов и сбрую лошадей.

Рядом с центральной камерой (в 0,8 м к югу от нее) на глубине 12 м обнаружено еще одно погребение в камере площадью 18 кв. м. На дне найдены два бронзовых котла с костями животных, кости лошадей, остатки двух решетчатых деревянных настилов, между которыми лежали кости барана. Эта камера служила, по-видимому, хранилищем заупокойной пищи — мяса.

На основании находок Бердянский курган может быть отнесен к типу царских скифских курганов и датирован концом V — первой половиной IV в. до н. э.

В 1978 г. у с. Каменка Очаковского района Николаевской области в одном из курганов исследовано хорошо сохранившееся погребение скифянки IV—III вв. до н. э. с богатым набором золотых украшений. Здесь найдены остатки головного убора, обшитого золотыми пластинами с геометрическим орнаментом, золотая гривна, серьги и шесть золотых перстней с фигурками львов.

Кроме кургана с погребениями скифской знати, исследованы курганы с погребениями воинов, позволяющие судить о их вооружении. Это короткие мечи, луки со стрелами, которые хранились в подвешенном к поясу горите (футляре для лука и

стрел), копья, секиры, щиты. Некоторые воины имели металлические шлемы и панцири.

В одном из курганов у с. Новая Розановка Николаевской области (раскопки О. Г. Шапошниковой) исследовано погребение скифского воина V в. до н. э. В изголовье воина находился конической формы кожаный головной убор (похожий на башлык), обшитый железной чешуей, к которому прикреплены нащечники. Воин лежал на железном панцире, имеющем вид длинной рубашки. Панцирь сшит из прямоугольных пластин, закрепленных ремешками на кожаной основе. Ниже панциря лежали кожаные штаны с нашитыми на них мелкими железными пластинами-чешуйками. На воине был боевой пояс из тонких бронзовых пластин, к которому подвешены меч и колчан со стрелами, украшенный бронзовой бляхой. Рядом с воином лежали два железных копья.

Особый интерес представляет каменная статуя скифа из местного известняка длиной около 2 м, обнаруженная над этим погребением. Она также дает представление о скифском воине в полном вооружении. На талии его боевой пояс, к которому подвешены меч-акинак, горит и секира. На шее воина — массивная гривна, в правой руке — рог для вина. Среди немногочисленных скифских изваяний эта статуя является наиболее совершенной и реалистичной.

Раскопаны также сотни погребений рядовых скифов с немногочисленным бедным инвентарем. Новые находки представляют собой ценный источник для изучения погребального обряда, хозяйства, быта и культуры скифов, связей их с античными городами Северного Причерноморья. Вместе с тем эти источники характеризуют разные по своему социальному положению группы скифского общества, открывают новые перспективы в изучении социального строя скифов, конкретных форм классовых отношений и ранней государственности у кочевых народов.

В III в. до н. э. могущество Скифии ослабевает. Под давлением сарматов, продвигавшихся в Северное Причерноморье из-за Дона, ее территория значительно сократилась и ограничивалась в III в. до н. э. — IV в. н. э. Нижним Приднепровьем, Крымом и Нижним Подунавьем. Со II в. до н. э. в Причерноморье устанавливается господство сарматов. Они завоевали большую часть Скифии, заселили античные города Северного Причерноморья, оказали большое воздействие на экономическую и общественную жизнь захваченных районов, изменили их быт, материальную культуру и военное дело. С именем сарматов связан 600-летний период древней истории юга нашей страны, продолжавшийся вплоть до IV в. н. э. Многочисленные сведения о сарматах, их жизни и быте сообщили нам греческие и римские авторы.

На территории Украины почти единственными памятниками пребывания сарматов являются курганы, которые встречаются не только в степи, но и в Среднем Поднепровье и на Днестре. Систематические раскопки сарматских памятников начались только в 50-х годах XX в. За прошедший период исследованы крупные могильники, раскопано много курганов. Большинство из них содержат погребения рядовых и лишь иногда богатых сарматов.

Среди раскопанных сарматских погребений последних лет внимание привлекли два хорошо сохранившихся богатых женских погребения I в. н. э., исследованных в 1974 г. в Крыму и в Николаевской области. В этих погребениях найдены уникальные предметы ювелирного искусства. Первое из них исследовано в кургане близ г. Нижнегорска Северо-Крымской экспедицией Института археологии АН УССР под руководством А. А. Щепинского. В погребении найдена глиняная и серебряная посуда, золотая спиральная гривна с изображением фантастических птиц и животных (вес 922 г.), золотые ожерелья, серьги, перстни, спиральные ножные браслеты, золотые сосудики для благовоний, прекрасно изготовленная фибула (застежка для одежды) в виде фигурки дельфина: туловище из горного хрусталя, а голова, плавники и хвост из золота. Здесь же найдены два золотых наручных браслета, на концах которых имеется по две скульптурные фигурки (женской и мужской), соединяющиеся крупным полудрагоценным камнем — цитрином. По всей поверхности браслеты украшены жемчугом, нанизанным на тонкие золотые проволочки. Подобные находки среди ювелирных изделий сарматского времени сделаны впервые. Одежда умершей была обшита множеством золотых бляшек.

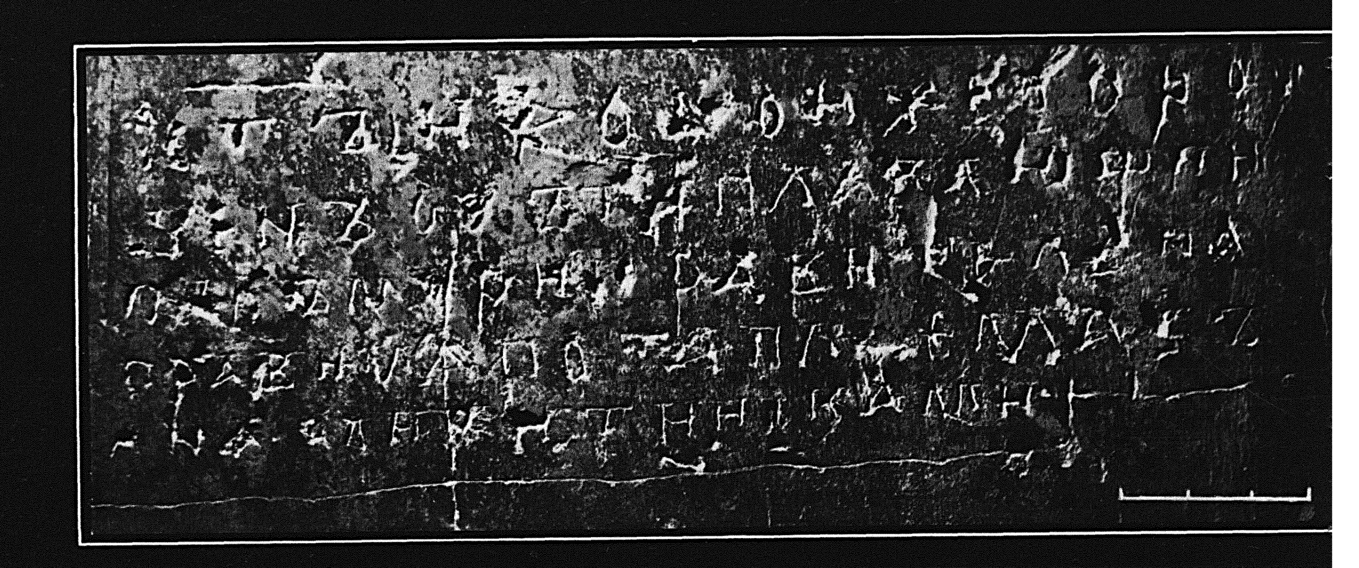
Второе богатое женское сарматское погребение исследовано в кургане у с. Ковалевка Николаевской области Южно-Бугской экспедицией Института археологии АН УССР под руководством Г. Т. Ковпаненко. В могиле найдено 1300 разнообразных золотых бляшек, украшавших одежду и обувь, золотое ожерелье, серьги, браслеты, перстни, украшенные драгоценными и полудрагоценными камнями, бронзовое зеркало со скульптурной ручкой, два кожаных опахала, серебряные, мраморные и алебастровые сосуды, предметы туалета и культа. Найдены также остатки покрывала из тончайшей шелковой кисеи в одну коконную нить и остатки одежды, расшитой орнаментом из нитей пряденого золота.

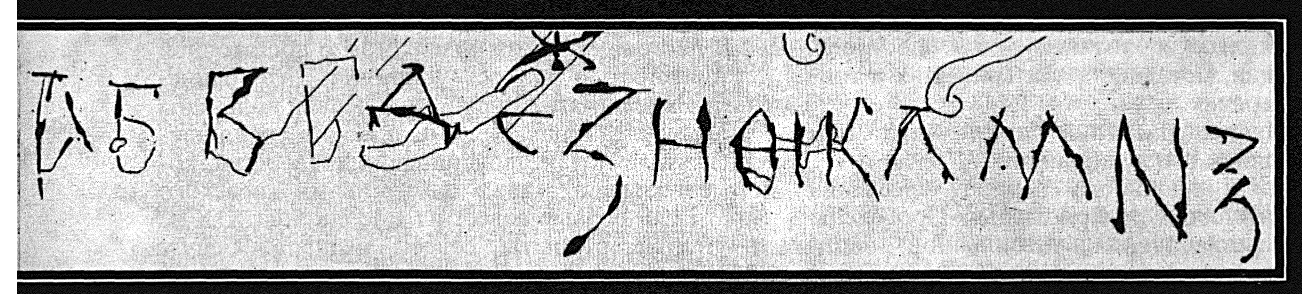
Большинство предметов, найденных в сарматских погребениях, отличаются высоким мастерством изготовления. Многие из них не местной работы и указывают на широкие торговые связи сарматов с Боспором и со странами Средиземноморья и Востока. Новые исследования богатых сарматских погребений представляют значительный интерес для изучения истории, культуры и





Азбука, выцарапанная в абсиде Михайловского придела Софийского собора в Киеве и ее прорись







Надпись, сделанная на стене Софийского собора в Киеве

социального устройства сарматского общества.

Новые данные получены также при исследовании античных памятников Северного Причерноморья — Ольвии, Херсонеса, Березани, Тиры, Боспора и периферийных памятников. В Ольвии открыты остатки укреплений и нижние части каменных жилых и хозяйственных построек, винодельческих, металлообрабатывающих и гончарных мастерских.

Осуществлены раскопки древнейших жилищ — землянок и полуземлянок VI в. до н. э., относящихся к начальному периоду заселения греками Северного Причерноморья. Проведены подводные исследования затопленной части Ольвии, где обнаружены остатки порта с большим количеством амфор с клеймами разных городов метрополии, свидетельствующими о широких торговых связях.

Значительные работы проведены по исследованию предместья Ольвии и Некрополя. Исследование предместья, упомянутого Геродотом в рассказе об Ольвии и скифском царе Скиле, восполняет недостающее звено в цепи доказательств достоверности сведений Геродота о Северном Причерноморье. Предместье такого рода впервые исследуется в окрестностях крупного античного центра.

В Херсонесе наряду с исследованием жилых кварталов завершено многолетнее исследование античного театра, который был построен в III в. до н. э. и существовал до IV в. н. э. При раскопках открыты остатки внешней ограды, амфитеатр, скамьи для зрителей, барьер, отделявший зрителей от орхестры*.Открытые остатки позволили реконструировать пока что единственный в Северном Причерноморье античный театр.

При исследовании античных городов Северного Причерноморья восстанавливается их социально-историческая топография, последовательность развития их как торгово-экономических и политических центров, а также связи их с населением Восточной Европы и прежде всего со скифами.

Большое внимание уделяется изучению сложной проблемы этногенеза, истории и культуры восточных славян.

Самым большим достижением последних лет в области славянского этногенеза и ранней истории славян было открытие и изучение славянских памятников середины I тысячелетия нашей эры той базы, на которой сложилась культура Древней Руси. На Среднем Днестре (раскопки В. Д. Барана) и на Пруте (раскопки И. Г. Русановой и Б. А. Тимощука) исследованы поселения славян с хорошо датирующимися вещами IV—V вв. н. э., позволяющие заполнить хронологический вакуум, разделявший памятники первой и второй половины I тысячелетия нашей эры, что задерживало работу по выделению славянских древностей среди археологических культур первой половины I тысячелетия и определению территории славянских племен той поры.

В настоящее время археологам с достаточной достоверностью удалось установить, что раннеславянские памятники рубежа и первой половины I тысячелетия нашей эры надо искать среди черняховских и позднезарубинецких древностей, которые называют также памятниками киевского типа. Если первые известны еще с конца XIX в., то вторые открыты совсем недавно. Сейчас сотрудниками Института археологии АН УССР интенсивно проводятся под руководством Е. В. Максимова раскопки позднезарубинецких поселений в Киевской и Черниговской областях. В междуречье Днепра и Днестра исследуются памятники черняховской культуры, среди них выделяются памятники, которые увязываются со славянскими древностями V—VI вв. Славянские памятники изучаются также на Левобережье Днепра и в степной части Поднепровья. Последние позволяют решать вопросы заселения славянами степной территории и их взаимоотношений с соседями-кочевниками.

В последние годы археологи Украины исследовали древнерусские города — Галич, Звенигород, Заруб, Дорогобуж (Ровенская обл.), Львов и др., а также городища, селища и могильники в Киевской, Черниговской, Черкасской, Ровенской, Волынской, Львовской и других областях. Получены новые данные для изучения истории возникновения и развития древнерусских городов, их социально-экономической структуры, экономических предпосылок возникновения древнерусского государства, экономики и культуры Древней Руси.

Ежегодно проводятся археологические раскопки в Киеве. Они помогут ответить на важные вопросы о развитии Киева, в частности о его происхождении и роли в возникновении и истории Древнерусского государства. В древнейшей части города — на Старокиевской горе — исследованы остатки славянских поселений с жилищами и хозяйственными постройками, глиняной посудой и другими предметами конца V, VI, VII вв. Культурные слои с аналогичной посудой найдены и на расположенной рядом Замковой горе, где они датируются византийскими монетами императоров Анастасия I (498-519) и Юстиниана I (527-565). На Старокиевской горе исследованы остатки укрепленного городища VI в. — предполагаемого «городка» князя Кия, именем которого назван Киев, а также постройки и разнообразные археологические находки IX-X вв., свидетельствующие о культурной преемственности и непрерывном развитии славянских поселений с

* Орхестра — круглая площадка в древнегреческом театре, на которой выступал хор античной трагедии и комедии. — Ред.

конца V-VI вв. до IX-X вв., когда Киев стал столицей Древнерусского государства. Изучение археологических памятников на территории Киева позволило исследователям определить время его возникновения серединой I тысячелетия нашей эры, т. е. около 1500 лет назад.

В последние годы на Старокиевской горе исследованы также остатки печи X в. для обжига кирпича, из которого, вероятно, строилась Десятинная церковь, и остатки каменных построек. Среди последних значительный интерес представляют исследованные в 1975-1976 гг. остатки каменного круглого в плане здания (ротонды) конца XII в. — начала XIII в. с пилястрами и центральным столбом. Архитектурные сооружения подобного типа представляют исключительный интерес, так как относятся к числу редких архитектурных памятников Древней Руси. В Киеве такая постройка обнаружена впервые. Диаметр ротонды 20 м, толщина стен 1,6 м, высота фундамента сохранившейся части стен до 1,8 м. Они сложены из малоформатной плинфы (тонкого квадратного кирпича) и брусчатого кирпича на цемяночном растворе (раствор из тонкого помола керамического боя). Во время раскопок ротонды найдены фрагменты фресковой живописи, поливные плиты от пола и разнообразные предметы, среди которых — большая свинцовая печать с греческой надписью. По определению специалистов, это было гражданское сооружение, которое, возможно, использовалось для княжеских приемов.

Археологические раскопки производятся также на территории торгово-ремесленных посадов древнего Киева — на Подоле, Копыревом конце и в границах его окольных районов. На Подоле, в зоне строительства метро, впервые за всю историю изучения Киева обнаружены и исследованы древние кварталы и отдельные усадьбы с деревянными срубными жилищами и хозяйственными постройками, деревянными заборами X-XII вв. Новые раскопки не просто дополнили, но в значительной мере изменили существовавшее представление об архитектурном облике древнерусской столицы. Они убедительно доказали, что Киев в древности был застроен одно- и двухэтажными деревянными срубными домами и что массовая застройка Киева была аналогична застройкам Новгорода, Старой Ладоги, Минска, Бреста и других городов Древней Руси. Эти находки свидетельствуют о едином архитектурном стиле и общности исторического и культурного развития всех районов Древней Руси. Они окончательно опровергли устаревшее представление о преобладании в Киеве в X-XII вв. полуземляночных жилых и хозяйственных сооружений.

Новое важное направление в изучении истории и культуры Киева — исследование С. А. Высоцким надписей (граффитти) на стенах древнерусских монументальных сооружений, в частности, Софийского собора в Киеве, сооруженного в 1037 г. В настоящее время обнаружены 292 древние надписи и рисунка. Некоторые из них являются внелетописными параллелями к текстам летописи, другие дополняют летопись различными подробностями, сообщают об исторических событиях, не зафиксированных в летописи.

В Софии Киевской обнаружена наиболее ранняя из известных сейчас древнерусская датированная надпись 1052 г. До этой находки древнейшей считалась запись 1068 г. на Тмутараканском камне. В апсиде Михайловского придела Софийского собора выцарапана неизвестная азбука, состоящая из 27 знаков. Из них 23 представляют собой буквы греческого алфавита и четыре — б,ж,ш,щ — славянские. С. А. Высоцкий предполагает, что если это не случайная запись, то обнаруженная азбука отражает какой-то переходный этап славянской письменности, когда к греческому алфавиту начали добавлять первые славянские буквы. Это не греческий алфавит, состоящий из 24 знаков, и не азбука кириллицы книжных памятников XI—XII вв., состоящая из 43 знаков, в том числе 24 букв греческого алфавита и 19 букв, необходимых для славянской фонетики. По сообщению болгарского писателя конца X в. Черноризца Храбра, в его время славянская азбука насчитывала 38 букв. Следовательно, с X по XI в. продолжался процесс пополнения азбуки славянскими буквами. По мнению С. А. Высоцкого, азбука, обнаруженная в Софийском соборе, является серьезным подтверждением эволюционного развития кириллицы.

Таковы лишь наиболее значительные археологические находки последних лет. Количество их ежегодно увеличивается, и они раскроют новые страницы из жизни древних обитателей современной территории Украины.

ИОАХИМ ГЕРМАНН (Herrmann) (р. 1932) — немецкий археолог и историк, доктор наук, профессор, действительный член Академии наук ГДР, директор Центрального института древней истории и археологии АН ГДР.

В 1955 окончил Университет им. Гумбольдта в Берлине, где изучал историю, археологию, этнографию и четвертичную геологию. В 1958 за работу «Раннеисторическое фортификационное дело» ему была присвоена первая ученая степень. Эта тема стала частью его исследования «Поселения, хозяйство и общественные отношения славянских племен между Эльбой и Одрой-Нисой» (1965), за которое он получил степень доктора наук.

Под руководством И. Германна проведены крупные раскопки в Берлине-Кёпенике, Фельдберге под Нейштрелицем, Торнове и Форберге в Нижней Лужице, в Арконе и Ральсвике на острове Рюгене, в Кривине на территории Болгарии, а также подводные археологические исследования под Пренцлау.

Перу И. Германна принадлежит много научных работ по ранней истории европейских народов, которые публиковались в социалистических странах, Швеции, Финляндии, Англии, Франции, ФРГ и Канаде. Он занимается также исследованием общих проблем истории человечества, методическими вопросами археологии как общественной науки, формированием государственности, выяснением роли народных масс в истории и вопросами закономерности исторического развития.

И. Германн — председатель Научного совета по археологии и древней истории ГДР (с 1978), член Международного совета Союза предыстории и ранней истории при ЮНЕСКО, вице-президент Международной унии славянской археологии.

Научная и общественная деятельность И. Германна отмечена несколькими правительственными и общественными наградами, а в 1971 ему была присуждена Государственная премия в области науки и техники ГДР. Он награжден также правительством и научными учреждениями Польши, академиями наук Чехословакии и Болгарии.

За активную популяризацию достижений археологии И. Германн удостоен серебряной почетной медали общества «Урания».



ИОАХИМ ГЕРМАНН

История и культура северо-западных славян

Северо-западные славянские племена, заселявшие в древности современную территорию ГДР, занимали важное место в европейской истории. Они принадлежали к тем племенам, которые жили в пограничной зоне между крупнейшими этноязыковыми группами раннего средневековья — славянами и германцами.

Северо-западные славянские племена были тесно связаны с другими славянскими группами, в первую очередь с племенами, проживавшими по соседству, на территории современной Польши и Чехословакии. Кроме того, они имели связи с восточными и южными славянами, а также с различными германскими племенами. Известно, что северо-западные славянские племена приняли существенное участие в генезисе немецкой народности как в историко-культурном, так и в собственно антропологическом отношении. Непосредственными потомками северо-западных славянских племен являются лужицкие сорбы, проживающие ныне на территории ГДР в Нижней и Верхней Лужицах. После столетий угнетения и притеснений немецкими феодалами и националистическими правительствами в настоящее время они получили все возможности для свободного развития и являются полноправной составной частью социалистического общества ГДР.

В социалистическом государстве имеются все условия для глубокого исследования истории северо-западных славянских племен. Германский империализм и особенно фашизм в идеологических целях, не считаясь с фактами, искажали историю и культуру не только северо-западных славянских племен, но и славян вообще. Гуманистические традиции немецкой исторической науки, для которой изучение западнославянской культуры было научным долгом и в среде которой работали Иоганн Гердер (J. Herder) и всемирно известный медик Рудольф Вирхов (R. Virchow), впервые выделивший славянскую материальную культуру среди археологических культур других племен и народностей, были нарушены. Поэтому после победы над фашизмом исследование истории и культуры северо-западных славянских племен, покоящееся на фактологической основе, стало не только важной задачей науки, но и жизненной необходимостью для развития прогрессивного общественно-исторического сознания населения ГДР.

Изучение истории и культуры славянских племен, проживавших и проживающих на территории ГДР, можно подразделить на три этапа. Первый охватывает период с 1949—1950 гг., когда начались раскопки славянского городища Тетерова под Нейбранденбургом, до начала 60-х годов. Он характеризуется как успешным выявлением новых памятников археологии, так и научной обработкой старых археологических коллекций. К этому времени относятся исследования славянских мостов и дорог в Тетерове и славянского замкового строительства в Берен-Любхине. Они имели значение для познания раннесредневековой славянской культуры далеко за пределами ГДР. На этом же этапе начаты были серьезные работы по классификации славянской керамики, инвентаризации и систематизации городищ и погребальных памятников (рис. 1).

Второй период начался в середине 60-х годов и характеризовался прежде всего синтезом накопленных к этому времени археологических материалов, а также проведением целенаправленных раскопок для проверки и подтверждения результатов, полученных путем синтеза. Были опубликованы исследования, охватывающие важнейшие проблемы истории северо-западных славянских племен в целом. В разработке этих проблем установилось тесное сотрудничество с учеными

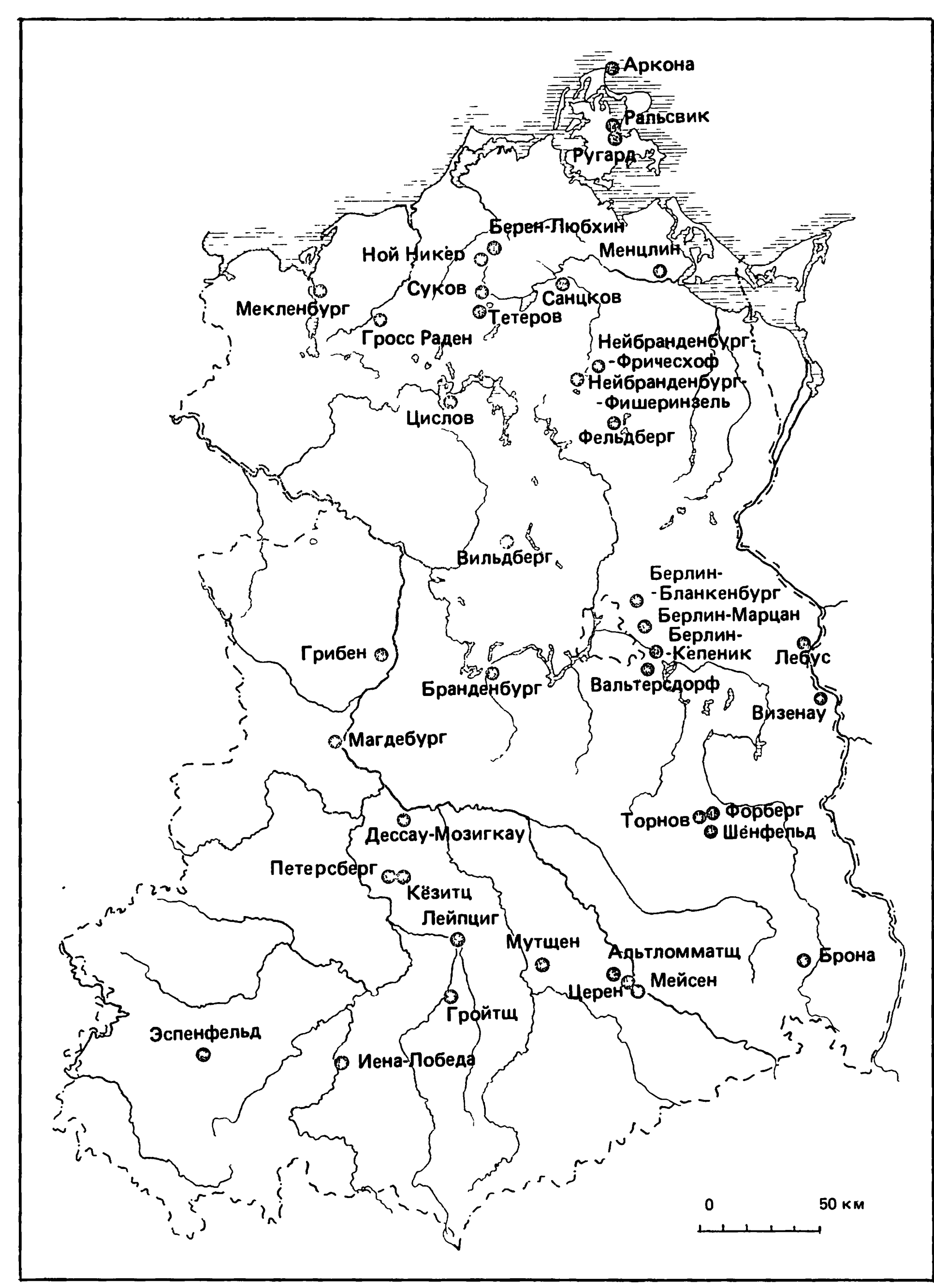
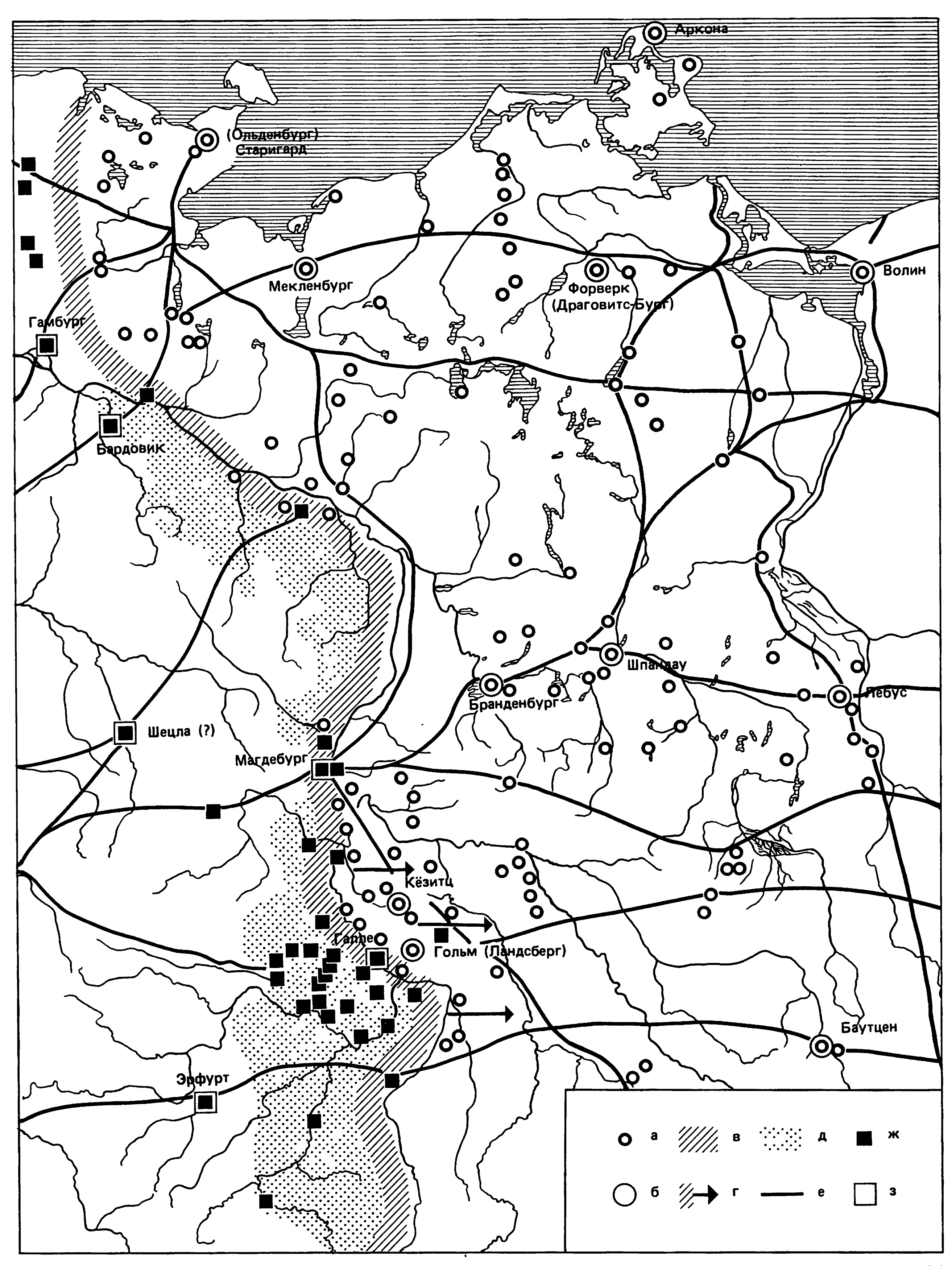


Рис. 1. Важнейшие объекты славянской археологии, исследованные на территории ГДР в 1949—1978 гг.

Рис. 2. Расселение славян и германцев в Средней Европе: *а* — **славянские городища VIII—IX вв.;** *б* — **славянские племенные центры;** *в* — **восточная граница государства франков в VIII—IX вв.;** *г* — **области сорбов, временно захваченные франкским государством (сорбская марка);** *д* — **области франкского государства, заселенные славянами;** *е* — **важнейшие торговые пути;** *ж* — **городища каролингов;** *з* — **пограничные торговые пункты франков**

Польши, Чехословакии, а также других стран. Кульминацией этого периода стал 1970 г. — благодаря активности в изучении истории и культуры славян Международная уния славянской археологии проводит в ГДР Второй Международный конгресс славянской археологии.

В 70-х годах, относящихся уже к третьему периоду, много внимания уделяется прежде всего изучению взаимосвязей славянских племен и плановым раскопкам с целью детальной разработки вопросов экономики. Начинается работа по созданию «Корпуса археологических источников по ранней истории ГДР» (первый том вышел в 1973 г.), в связи с чем проводится учет и систематизация всех германских и славянских археологических материалов. Наряду с этим продолжаются раскопочные исследования, которые дают интересные новые материалы. В частности, был открыт храм- святилище, первый в области расселения северо-западных славян. В это время возрастает интерес к истории и культуре северо-западных славянских племен и изучению их связей со славянскими и другими племенами Восточной Европы в исследованиях советских археологов. Наряду с публикациями, в которых обобщаются исследовательские работы по славянам



Аркона
(Ольденбург)
Старигерд
Мекленбург
Форверк
(Драговитс-Бург)
Волин
Гамбург
Бардовик
Шпандау
Бранденбург
Лебус
Шецла (?)
Магдебург
Кёзитц
Галле
Гольм (Ландсберг)
Баутцен
Эрфурт
а
в
д
ж
б
г
е
з

сравнительно небольшого региона — территории ГДР, создается монография, в которой участвуют ученые многих стран, в том числе выдающийся советский археолог академик Б. А. Рыбаков, и в которой всеобъемлюще обобщаются наши знания о славянах и викингах в истории Балтики. Этот коллективный труд освещает в новом аспекте взаимоотношения между восточнославянскими, скандинавскими, западнославянскими и прибалтийскими племенами.

Характерной особенностью исследований с начала 60-х годов стало тесное сотрудничество со специалистами в области естественных наук, что позволило разрешить сложные проблемы экономического базиса раннесредневековых обществ, в частности подробно изучить развитие сельскохозяйственной деятельности. В кооперации с польскими исследователями, прежде всего с руководством Центра по изучению стали в Новой Гуте, а также с учеными Чехословацкой академии наук удалось обстоятельно разработать проблему развития черной металлургии в раннем средневековье.

Важное место северо-западных славянских племен в истории раннесредневековой Европы обусловлено их внутренним социально-экономическим развитием. С конца VI в. они оказывали усиливающееся влияние на исторические процессы Центральной Европы. Уже в это время племена, которые жили «на самом краю Западного океана», то есть на юго-западном побережье Балтийского моря, имели связи с Подунавьем. Одно из их посольств к аварскому кагану было случайно перехвачено византийским дозорным отрядом и доставлено к византийскому императору. Это произошло около 594 г.

Примерно в то же время сорбские племена вступили в контакт с государством меровингов. Сорбам всецело принадлежали земли Тюрингии по Эльбе и Заале, и часть их поселилась в тюрингской области, принадлежащей меровингскому государству (рис. 2). Отдельные группы сорбов проникли в более западные земли вплоть до среднего течения Майна. Это расселение, по-видимому, происходило с согласия правителей франкского государства. Князь сорбского племенного союза входил в меровингскую иерархию, а сам племенной союз сорбов считался самым восточным племенем этого государства. Такая ситуация сохранялась до 631 г., когда племенной вождь Дерван вышел из состава меровингского государства и присоединился к племенному объединению славян, возникшему в Чехии и Моравии в связи с оборонительной борьбой с аварами. Однако связи с германскими племенами франков и тюрингов, которые в значительной степени были прерваны, все же долго сохранялись. В Тюрингии западнее Заале и на земле франков свободные сорбские племенные группы существовали в условиях немецкого

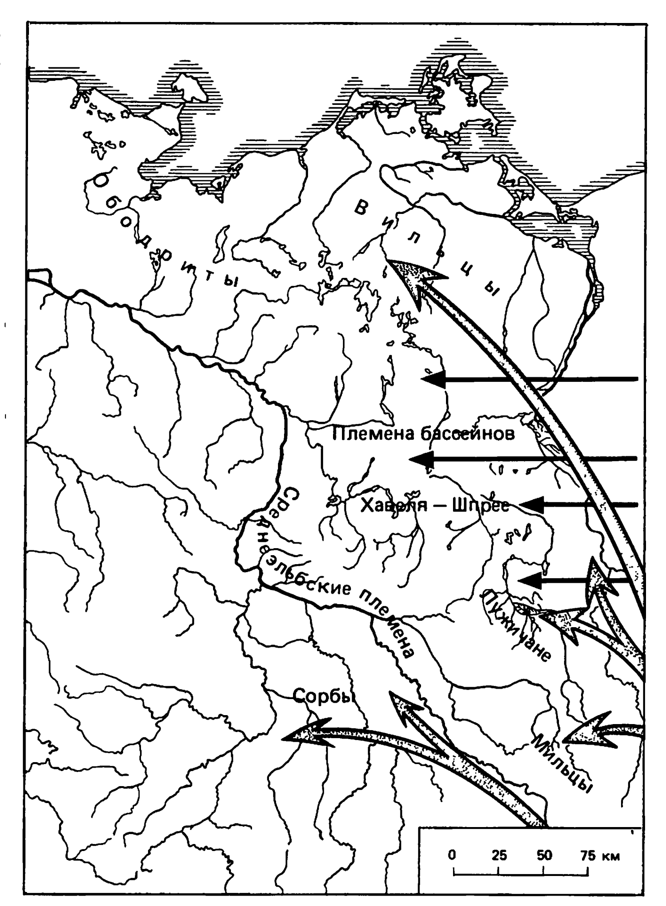


Рис. 3. Расселение славянских племен в областях западнее Одры. Первые переселенцы пришли, по-видимому, из Повисленья, затем двинулись новые группы сорбов и вильцев из регионов верхней Одры и верхней Эльбы

феодального общества вплоть до развитого средневековья.

Другой племенной группой славян, которая находилась в более тесных отношениях с Франкской империей, были ободриты (бодричи), жившие в западном Мекленбурге и в восточном Гольштейне. В последней четверти VIII в. они оказались надежными союзниками короля франков Карла — будущего императора Карла Великого — в процессе покорения саксов и включения их земель в состав франкского государства. Вместе с тем ободриты боролись с датчанами и вильцами. Вильцы — следующий большой славянский племенной союз (рис. 3), как говорится в одном из письменных источников — франкских анналах под 808 г., находились в «давнишней вражде с ободритами». Несколько столетий в их борьбе сохранялось равновесие до тех пор, пока во второй половине XI в. вильцы не стали постепенно втягиваться в формирующееся феодальное государство ободритов.

На юге центральной части территории ГДР расселились хевельцы, или стодоране, как они



Рис. 4. Керамика пражского типа (по Б. Крюгеру)

назывались славянами. В конце IX—начале X в. стодоране создали крупное племенное образование, во главе которого стояла княжеская династия. В 929 г. они оказались в числе первых жертв восточной экспансии немецкого феодального государства. Борьба за политическое господство в этой области продолжалась более двух столетий. Только около 1150 г. немецким феодалам с помощью местной славянской знати удалось окончательно включить этот регион в состав немецкого государства.

С историей вильцев и стодоран связано одно из самых значительных народных восстаний раннего средневековья в Средней Европе — лютичское восстание. После временного установления господства светского и духовного немецкого феодального дворянства (929—983 гг.) вильцы и стодоране летом 983 г., объединившись в союз лютичей, подняли восстание. В течение нескольких недель они освободили свою территорию и вместо господства феодалов установили строй военной демократии. В Ретре (Редегощ) близ Нейбранденбурга собралось народное собрание участников освободительной крестьянской борьбы и рассмотрело вопросы о войне и мире, а также некоторые другие дела. Культ языческих богов получил высокое развитие в Ретре и других местах. Роскошные святилища возникли, как сообщают многие хронисты, в различных племенных центрах, в том числе в Ретре, Гютцкове, Волгасте и на Рюгене.

Однако собственная феодальная верхушка в среде вильцев- лютичей не смогла сформироваться. Толпы участников крестьянских войн, находящиеся в постоянном движении в связи с борьбой против господства немецкого, польского, датского и чешского феодальных государств, препятствовали развитию экономических предпосылок для феодализации общества. Хотя лютичский союз в течение длительного времени сохранял свою политическую и военную целостность, внутри него какого-либо общественного развития не происходило. Во второй половине XI в. рухнула политическая независимость союза лютичей, объединения ободритов и славян острова Рюгена, а также самостоятельных княжеств, которые сложились в Бранденбурге и Кёпенике. Они оказались под господством немецкого, датского и польского феодальных государств.

В чем же заключается вклад археологии в изучение основ и отдельных конкретных аспектов политической и военной истории северо-западных славянских племен?

Прежде всего археологии принадлежит решение вопросов размещения славянских племен, их происхождения и условий миграции в областях западнее Одры. Письменные источники почти не дают об этом информации. Относительно происхождения северо-западных славянских племен имеются различные точки зрения, поскольку археологических материалов, датированных VI—VII вв., пока очень мало. Старое мнение покоится на предположении об общем переселении славян с востока на запад. Исходя из этого соображения и полагая, что славянская прародина находилась восточнее Одры, исследователи пытались рассматривать появление и распространение на территории ГДР керамики пражского типа в качестве свидетельства ранней славянской миграции. Однако глиняная посуда пражского типа (рис. 4) является нетипичной керамикой домашнего производства, которая встречается в такой же ситуации и в другие периоды истории Европы. Очевидно, что только из распространения керамики пражского типа нельзя делать серьезные выводы.

Возможности для археологических выводов изменяются, если в исследование включаются такие факторы, как формы жилых построек, погребальная обрядность, особенности застройки поселений и городищ и другие признаки, которые характеризуют ранние этапы истории славянских племен. В результате выявляются большие группировки славянства.

Первая из них характеризуется заглубленными в землю домами, кремацией умерших и помещением их пепла в грунтовых могильниках, большей частью в урнах, принадлежащих к пражскому типу. Эта группа, как единодушно решено ныне всеми археологами, занимавшимися этой проблемой, расселилась в области Эльбы — Заале, продвинувшись на северо-запад из Чехии и Моравии (рис. 3). Она распространилась приблизительно до среднего течения Эльбы; местами следы славян этой группы обнаруживаются и в бассейне среднего Хавеля. Языковые исследования подтверждают эти выводы.

Обстоятельно познакомиться с жизнью и культурой этой группы славян позволили раскопки у Дессау-Мозигкау на Эльбе. На террасе, возвышающейся над долиной этой реки, располагались цепочкой пять поселений, состоящих из 6—11 углубленных жилищ площадью 4 м^2 каждое (рис. 6). Вероятно, это были многосемейные поселения (рис. 5). Их жители занимались

сельским хозяйством и прежде всего скотоводством. Скромная домашняя утварь — глиняная посуда, предметы из дерева, кости и железа — изготавливалась на месте обитателями этих поселений. Продолжительность существования селений свидетельствует о стабильности их экономического базиса. Жизнь славян не была изолированной, напротив, они поддерживали связи как с Чехией и Моравией, так и с областями Тюрингии, о чем говорят многие находки. Поселения у Дессау-Мозигкау существовали с конца VI до середины VIII в.

Вероятно, некоторые группы славянских переселенцев уже в конце V в. из области Вислы и Варты двигались на запад, пересекли Одру и местами в районе Берлина или в Нижней Лужице встретились с остатками германских племен. Детали этой встречи пока не исследованы, поскольку археологические раскопки выявили по этому вопросу лишь весьма фрагментарные материалы. Более определенные результаты о взаимодействии славянского и германского населения дают многочисленные пыльцевые анализы. В археологических напластованиях каждое растение соразмерно его роли в жизни человека находит отражение в пыльцевых остатках. Качественный и количественный анализы пыльцы, как правило, дают надежную информацию о развитии природной и культурной растительности. В пыльцевых анализах отчетливо фиксируется каждое вмешательство человека, в том числе каждое опустошение или полное разорение обрабатываемых полей.

Пыльцевые анализы, выполненные на материалах из многих пунктов, где имеются германские и славянские находки, свидетельствуют о непрерывности использования пахотных полей и поселений от германского до славянского периодов.

С другой стороны, результаты пыльцевых анализов, произведенных на материалах других не менее многочисленных пунктов, которые расположены в низменности восточнее Эльбы, показывают, что значительная часть территории между Эльбой и Одрой в V—VI вв. после ухода германских племен заросла лесами, и славянам пришлось расчищать от леса площадки для пашни. Группы славян, расселившиеся с востока, были, по-видимому, небольшими и малочисленными.

Большое значение имели славянские племена или племенные группы, которые переселялись из юго-восточных регионов — из Силезии и Прикарпатья, с верхней Вислы и из бассейнов средней и верхней Одры. Вероятно, таким путем расселялись лужичане, мильцы и вильцы. Их жилища, материальная культура и погребальный ритуал были связаны с традициями первой половины I тысячелетия н. э. названных высокоразвитых областей. Это переселение происходило организованно и сопровождалось значительными расчистками площадей от леса для пашни, закладкой крупных укрепленных поселений, строительством городищ. Эти группы славян характеризуются фельдбергской (рис. 9) и торновской (рис. 7) керамикой. Первая принадлежала вильцам, вторая — лужичанам и некоторым другим племенам.

Фельдбергская группа славян поселилась в больших поселках, насчитывающих сотни и тысячи жителей, и укрепила их (рис. 8). Однако уровень производительных сил не допускал длительного бытования таких поселений. В лесной зоне с многочисленными озерами невозможно было концентрировать пахотные поля на небольших участках. Естественно, что в связи с этим большие поселения стали многократно дробиться на более мелкие.

Торновская группа славян избрала иной тип поселений. Были основаны многочисленные малые круглые городища, где постоянно проживала лишь правящая верхушка, а при приближении военной угрозы они использовались окрестными жителями как убежища. В Верхней и Нижней Лужицах и в центральных областях между Эльбой и Одрой известны десятки таких городищ. Вокруг них относительно свободно располагались неукрепленные поселения.

Подобные городища и поселения были полностью раскопаны в Торнове и Форберге, в Визенау, а в других местах исследовались частичными, но обширными раскопками.

Характерными постройками этих поселений, в отличие от селищ с керамикой пражского типа в области Эльбы-Заале, были дома со столбовой, бревенчатой конструкцией стен, которые первоначально имели большие размеры. Оборонительные стены в области торновской группы сооружались из бревен в виде «решетчатых конструкций».

По вопросу о происхождении ободритов, расселившихся в западной части Мекленбурга, фактических материалов пока нет. На основе косвенных данных было высказано предположение, что первоначально они жили совместно с дунайскими ободритами около Белграда и во второй половине VI в. под натиском аваров переселились на север. Однако подтверждающих материалов в пользу этой или какой-либо иной концепции археология пока не дает.

Славянские переселенцы VI—VII вв., откуда бы они ни пришли, вынуждены были основывать новые поселения и, как уже говорилось, во многих местах освобождать от леса площади для пахотных полей. Славяне в основном осваивали заброшенные земли. Их расселение шло прежде всего по рекам, быстро осваивались и берега озер. Около водоемов наблюдаются скопления поселений, а от них в радиусе 10—15 км и более располагались другие поселения, образуя посе-

ленческое гнездо, соответствующее племенной структуре славян.

В центре таких скоплений поселений обычно строилось городище, как это наблюдалось в Торнове или в Фельдберге. Подобные гнезда поселений, именуемые в польском языке opole (открытое пространство, ополье), в немецком — gefilde, латинскими хронистами назывались civitates. Они составляли основу племенных регионов. Вплоть до первой половины IX в. западнее Одры имелись сотни таких участков. Так, племенной союз ободритов включал 53 civitates, вильцы имели 95, стодоране — 18, лужичане — 30 и мильцы — 30 civitates. Сорбы на Эльбе и Заале состояли из многих отдельных племен с 50 civitates. Гнезда поселений разделялись между собой пограничными лесами, которые начиная с IX в. многократно вырубались, в результате чего первоначальные гнезда сливались в крупные поселенческие области, идентичные племенным регионам. Известно, что ободриты, как и вильцы, состояли из четырех племен. Сорбский племенной союз насчитывал значительно большее количество племен (рис. 10).

Структура поселений племени и динамика их в настоящее время исследованы в результате археологического изучения более чем тысячи пунктов. Более сложен вопрос об экономическом развитии в этих гнездах поселений и в племенных регионах. Очевидно, эволюция в различных местностях протекала по-разному. Все славянские племена занимались земледелием, и оно являлось основой их экономики, однако эффективность хозяйственной деятельности была весьма различной. Это замечание в равной степени относится и к скотоводству. Последнее обеспечивало мясом население большинства областей междуречья Одры и Эльбы, в то время как в отдельных местах этой территории доминирующая роль принадлежала охоте (рис. 11).

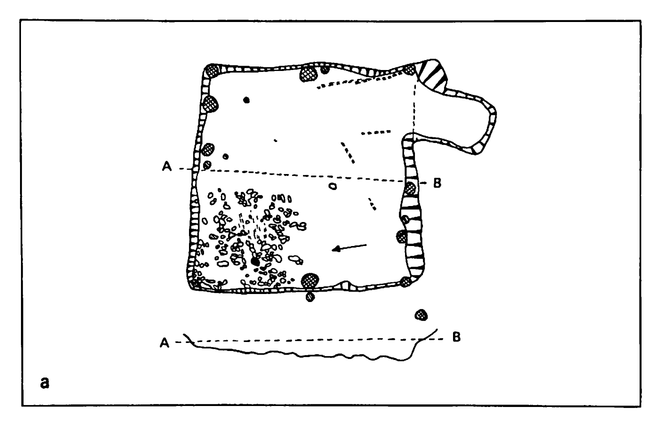
Важным новшеством в развитии славянского земледелия является возделывание ржи. Выращивание ее требовало, правда, более тщательной обработки земли, но оно вознаграждало этот труд более высокими и устойчивыми урожаями. Кроме того, рожь давала возможности для регулирования севооборота.

При раскопках в Торнове было сделано интересное открытие. На городище Б, погибшем в результате пожара в начале IX в., выявлены остатки 19 амбаров, в которых хранилось зерно, сгоревшее вместе с поселением (рис. 13). В результате изучения этого зернового материала удалось выявить 73 разнохарактерных комплекса, вероятно, принадлежащих к урожаю одного года, но к различным полям или усадьбам. Качественные и количественные анализы, выполненные специалистами-ботаниками, показали, что ведущая роль принадлежала ржи, но обнаружены и другие виды зерна. В каждом исследуемом комплексе преобладали зерна того или иного определенного вида, но всегда присутствовала примесь и другого зерна. Как показала статистика, примеси эти имели не случайный характер, а обнаруживали определенные закономерности. Так, в комплексах, содержащих преимущественно рожь, обычно присутствовали зерна пшеницы, пшеница же содержала примесь проса, а среди последнего встречались зерна ржи. Эти наблюдения, а также анализ сорняков, встречаемых в исследуемых зерновых материалах, позволили сделать вывод о том, что на возделываемых полях имела место определенная смена сельскохозяйственных культур, выработалась конкретная схема севооборота (рис. 12).

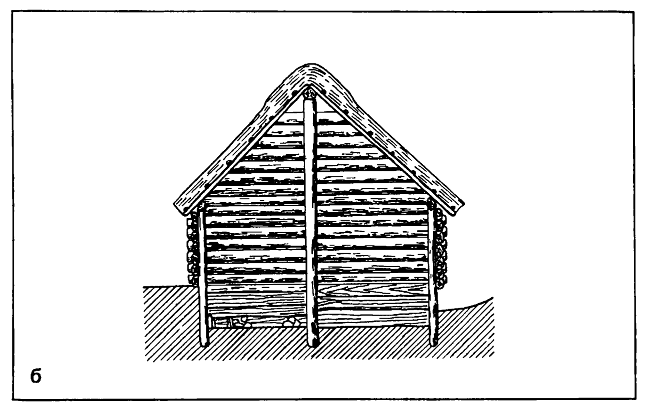
До сих пор не удавалось ни в ГДР, ни в какой-либо другой области Европы обнаружить раскопками и проанализировать столь обширный зерновой материал, относящийся к единому периоду и сравнительно небольшому региону. Конечно, на основе этого бесспорного свидетельства наличия севооборота в окрестностях Торнова еще нельзя говорить о том, что подобные севообороты были характерны для земледелия всех северо-западных славянских племен, но в области лужичан они, по-видимому, имели большое распространение.

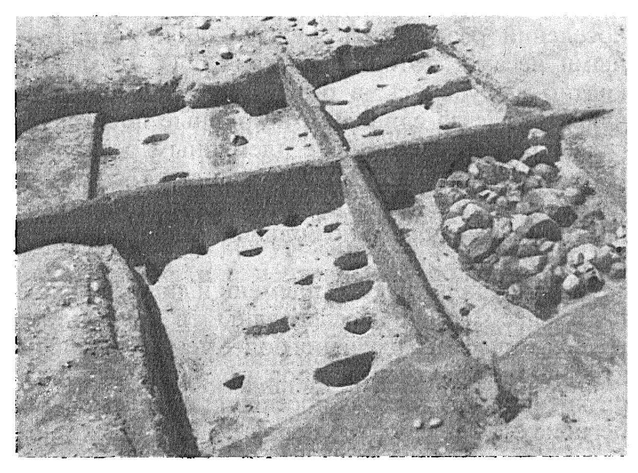
На примере исследования материалов раскопок в Торнове показателен и другой путь совместной работы с ботаниками и зоологами: удалось определить относительную роль земледелия и скотоводства в определенные периоды истории поселения. Основой при этом являются данные пыльцевых анализов. При сравнении последних установлено, что каждому вегетационному периоду соответствует вполне определенное количественное соотношение пыльцы естественной и культурной растительности. Так, например, для пастбищных участков прежде всего характерна пыльца подорожника, типичного растения земель, оставленных для выпаса скота. Вполне очевидно, что чем шире на окультуренных землях были распространены пастбища, тем меньшая площадь оставалась пашне, где возделывались зерновые культуры, и наоборот. Исходя из этого разработана формула, характеризующая соотношение пахотных и пастбищных участков. Согласно этой формуле, если количество пыльцы злаковых культур разделить на количество пыльцы растений, характерных для пастбищных земель, и полученное число будет меньше трех, то, значит, преобладало скотоводство, больше трех — земледелие.

Пыльцевые анализы позволяют не только выяснять роль земледелия и скотоводства в сельскохозяйственном производстве, но и говорить о расширении пастбищных и посевных площадей, при этом обращается внимание на соотношение пыльцы природной и культурной растительности. Очевидно, что в дальнейшем ученым, представляющим различные науки, нужно было бы присту-









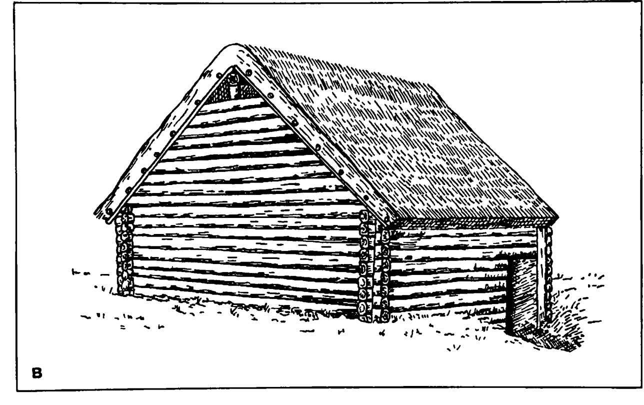


Рис. 5. Поселение под Дессау-Мозигкау (по Б. Крюгеру):
а **— план жилища-полуземлянки;** ***б*** **— его реконструкция;** ***в*** **— общий вид жилища;** ***г*** **— реконструкция поселения**

Рис. 6. Раскопки раннеславянского полуземляночного жилища с печью-каменкой (остатки ее — на фото справа) на поселении под Дессау-Мозигкау (по Б. Крюгеру)

Рис. 7. Керамика торновского типа (фото К. Хаманна)



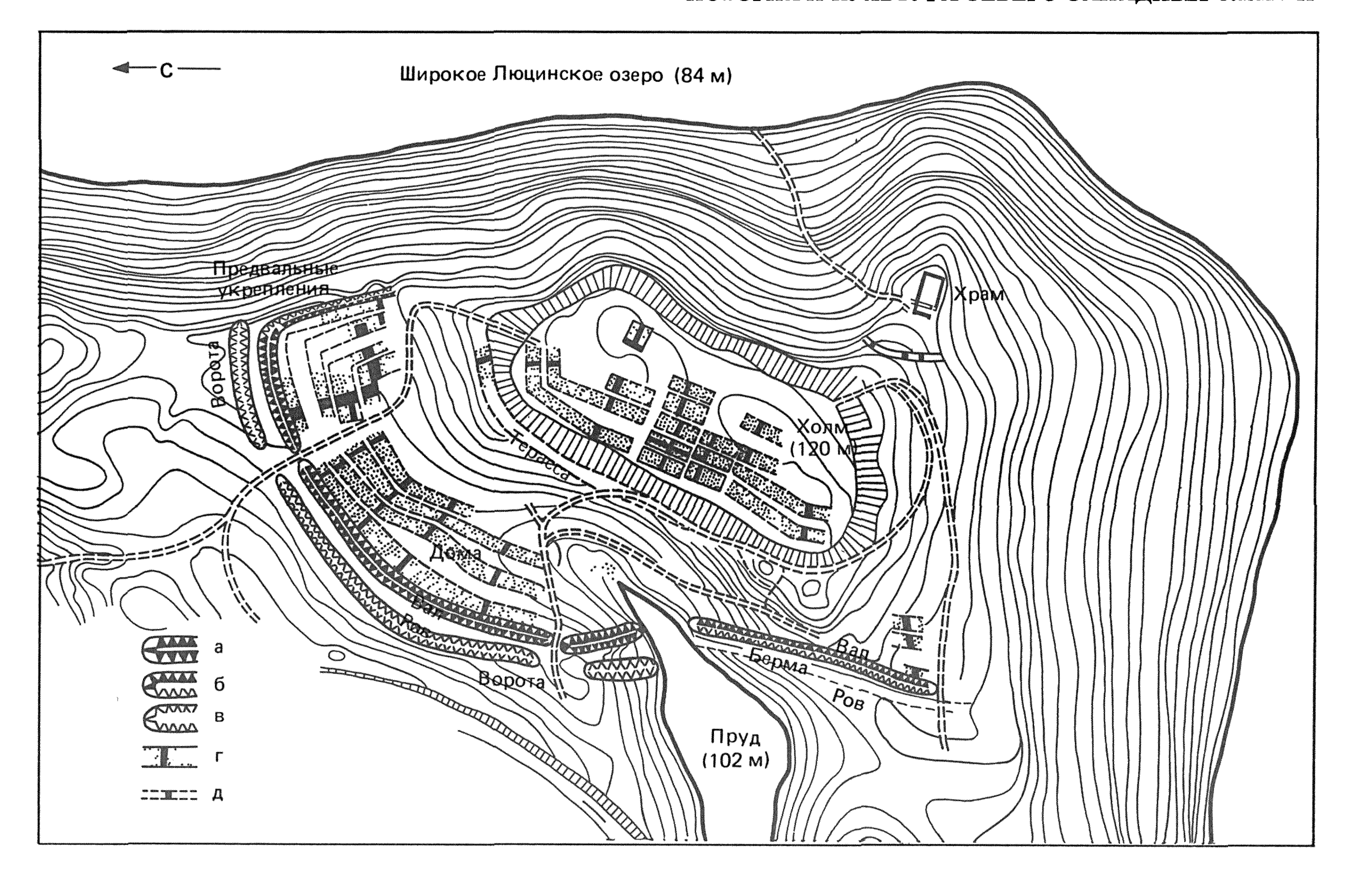


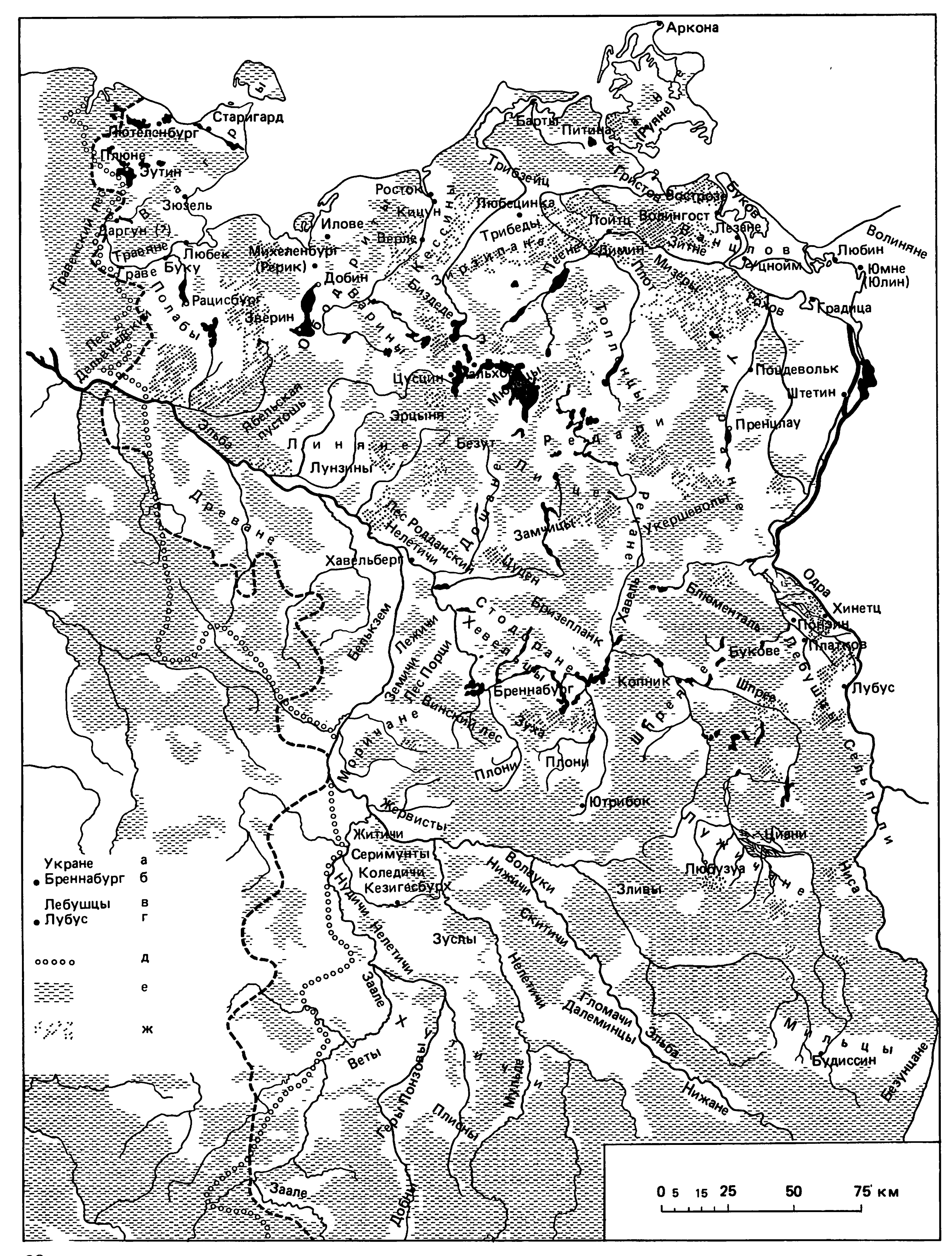
Рис. 8. Схематический план городища вильцев под Фельдбергом (*VIII* в.):
а **— вал с высокой бермой;** ***б*** **— вал с плоской бермой;** ***в*** **— предвальные земляные укрепления;** ***г*** **— предположительные ряды домов;** ***д*** **— предположительные направления дорог**

Рис. 9. Керамика фельдбергского типа (фото М. Е. Хаманн)

пить к методическим изысканиям по истории сельского хозяйства, которые велись бы независимо от случайных археологических находок.

Необходимо подчеркнуть, что славянское сельское хозяйство в исследованном регионе непрерывно развивалось и по своей результативности до XI—XII вв. не отставало от уровня такой же деятельности в других сельскохозяйственных областях Центральной Европы. Динамичность развития сельского хозяйства — основы общественного производства — обеспечивала эволюцию других жизненно важных отраслей. На городищах, известных в сотнях мест, из домашнего производства выделяется в самостоятельную отрасль экономики ремесло, развивается торговля, формируются княжеская и племенная верхушки с их военными дружинами. Все эти вопросы были исследованы и многократно освещены в научных статьях.

Для раннего средневековья характерны мастерские по выработке ремесленной продукции, открытые под городищем Каймцеллен, и раннегородские центры типа Бранденбурга или Кёпеника (Берлин). У ремесленных центров в VIII—IX вв. налаживаются торговые отношения. На многих городищах и открытых поселениях найдены жернова — свидетельство распространения мельниц. На городище Торнов в слоях IX в. обнаружено было свыше 100 жерновов. Анализ последних, а также находок из городища Форберг позволил специалистам-минералогам установить, что жернова, вероятнее всего, были привезены из Рохлитц-Мюгельнского региона, где имеются залежи порфира и который удален от исследованных поселений более чем на 100 км. Каменоломня находится под Ластау.



Аркона
Старигард
Лютеленбург
Плюне
Зутин
Зюзель
Даргун (?)
Травене
Траве
Любек
Буку
Рацисбург
Зверин
Михеленбург (Рерик)
Добин
Илове
Верле
Росток
Кицун
Трибзейц
Любецинка
Трибеды
Барты
Питина
(Руяне)
Гристов
Вострозе
Лойтц
Волингост
Лезане
Зитне
Димин
Пене
Плот
Мизеры
Уцноим
Любин
Юмне (Юлин)
Волиняне
Градица
Рахов
Поцдеволык
Штетин
Пренцлау
Цусцин
Мальхов
Мюриц
Эрцыня
Безут
Лунзины
Линяне
Полабы
Травенский лес
Лес Дальмундский
Ябельская пустошь
Эльба
Древане
Хавельберг
Нелетичи
Лес Родданский
Доссе
Замчицы
Укерцеволь
Укр
Реди
Толленцы
Кессины
Черезпеняне
Варины
Бизделе
Ободриты
Вагры
Ратары
Цуцен
Бризепланк
Хавель
Стодоряне
Хевельды
Блюменталь
Одра
Хинетц
Понэин
Платков
Букове
Лебушцы
Лубус
Шпрее
Шпреяне
Копник
Бреннабург
Зуха
Лежане
Земичи
Лес Порци
Винский лес
Бельксем
Моричане
Плони
Ютрибок
Жервисты
Житичи
Серимунты
Коледичи
Кезигесбурх
Нудичи
Нелетичи
Зуслы
Волауки
Нижичи
Скитичи
Зливы
Люзичи
Цияни
Любузуа
Лужичане
Сельполи
Ниса
Гломачи
Далеминцы
Эльба
Мильцы
Будиссин
Безунчане
Нижане
Мульде
Хутици
Заале
Веты
Геры
Понзовы
Плисны
Добна
Укране а
Бреннабург б
Лебушцы в
Лубус г
д
е
ж
0 5 15 25 50 75 км

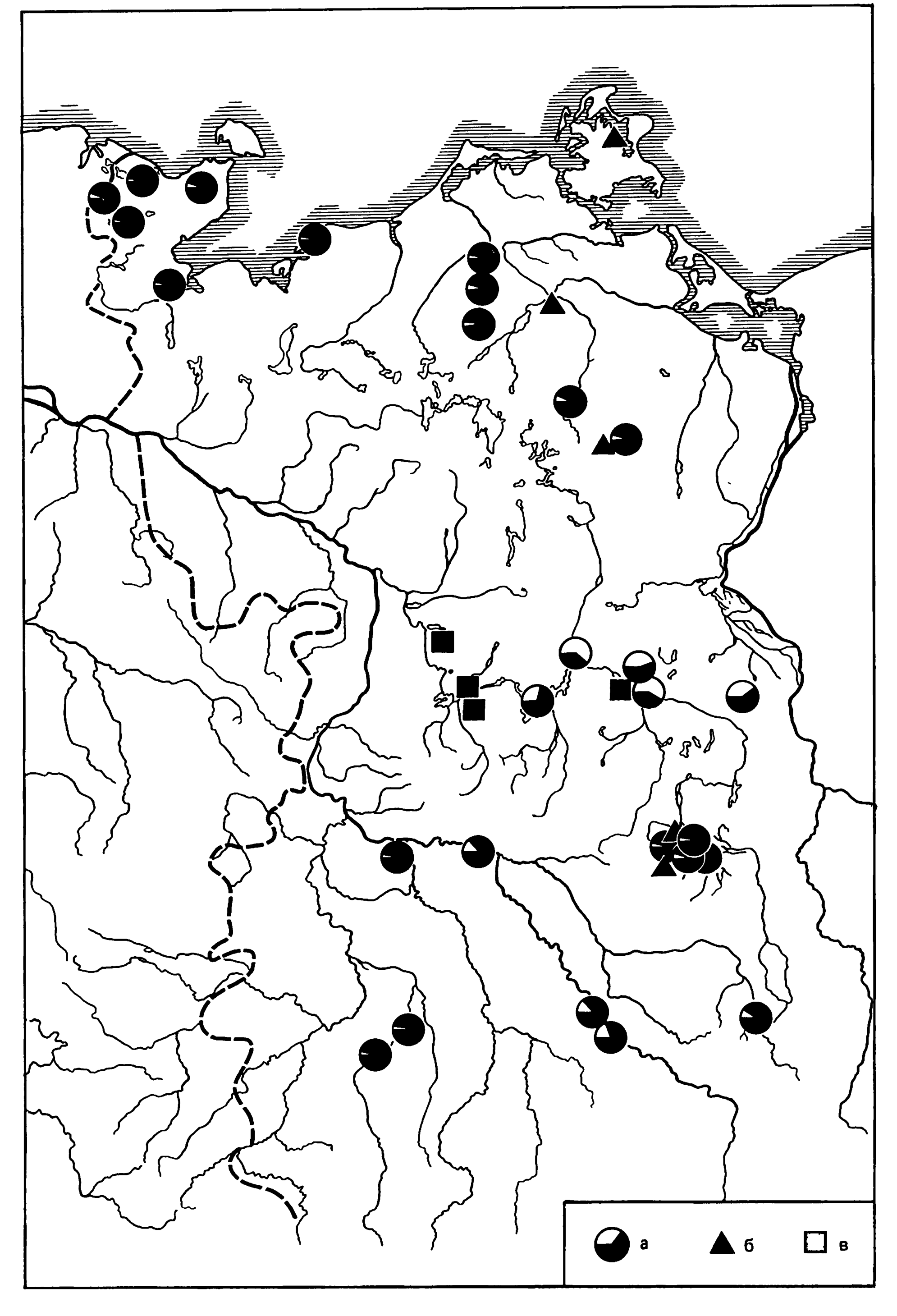


Рис. 10. Славянские племена и их регионы в областях западнее Одры и Нисы: *а* — славянские племена, упоминаемые в источниках до 1000 г.; *б* — их укрепленные поселения; *в* — племена, упоминаемые после 1000 г.; *г* — их укрепленные поселения; *д* — западная граница наибольшего распространения славянских топонимов; *е* — области, занятые лесами в раннеславянское время; *ж* — регионы с исключительно позднеславянскими находками

Рис. 11. Хозяйственная характеристика территории славянских племен в раннем средневековье (на основе остеологических исследований и пыльцевых анализов): *а* — доля костей домашних (синий цвет) и диких (белый) животных на отдельных поселениях; *б* — места с хорошо развитым скотоводством; *в* — места с преобладанием земледелия

Независимо от них топонимисты выявили в этой области несомненно относящееся к славянскому периоду название местности — Жерносеки. Очевидно, что в славянское время здесь изготавливали (секли, т. е. тесали) жернова. Археологи обследовали остатки древней каменоломни, а в 1978 г. под Рохлитц-Мюгельном было открыто славянское поселение с жилищами, в которых, судя по находкам жерновов, проживали ремесленники-камнетесы, изготавливавшие их.

Подобным же образом было установлено, что жернова вывозились и на большие расстояния, в том числе из Рейнской области — на среднюю Одру или из Тюрингии — в среднюю часть бассейна Заале. Этот пример позволяет понять большое значение для археологии многих естествен-

нонаучных методов и подключения к исследованиям специалистов по самым различным наукам, без чего многое в истории древних племен не может быть выяснено.

Все это как бы связывает многочисленные мозаичные камушки, и в итоге из разрозненных исторических фактов складывается новая картина жизни и быта северо-западных славянских племен. Сами факты были собраны главным образом в результате больших раскопок и экспедиционных изысканий. На важнейших из них необходимо остановиться.

В 1950—1953 гг. Академией наук ГДР совместно с Музеем предыстории и ранней истории в Шверине были произведены раскопки в Тетерове. Это были первые исследования на современном уровне одного из славянских городищ на территории ГДР. Детальнейшим образом здесь были изучены остатки древних мостов, перекинутых через болота и озера (рис. 14). Дополнительные данные по изучению мостов, этих важнейших узлов коммуникаций, получены в 1963—1965 гг. в Обер-Юкерзее под Пренцлау. При систематических подводных археологических работах здесь выявлены два конструктивных типа мостов. Первый из них соответствует простым конструкциям, зафиксированным при раскопках в Тетерове. Мост этого типа в Обер-Юкерзее имел длину около 2 км и, как и в Тетерове, проходил по неглубоким местам. Большой сложностью отличался мост второго типа (рис. 15). Деревянные конструкции здесь наращивались, что позволяло перекидывать подобные мосты через водоемы глубиной до 18 м, а иногда и большей глубины. Этот мост имел длину более 2 км. Система мостов, изученная в Обер-Юкерзее, в целом имела длину 2300 м и являлась важной частью торгового пути от Магдебурга к устью Одры. Начиналась эта система у выстроенного на острове в Юкерзее городища, которое, по-видимому, контролировало движение на этом участке торгового пути, собирая пошлины и налоги с проезжавших торговцев. Исследования в Обер-Юкерзее были самыми обширными и результативными в научном отношении археологическими подводными работами не только в ГДР, но и, вероятно, во всех удаленных от моря центральноевропейских областях.

Вслед за исследованиями в Тетерове Академией наук ГДР в сотрудничестве со Шверинским музеем были проведены раскопки в Берен-Любхине в округе Нейбранденбург. Здесь в силу исключительно благоприятных условий сохранились деревянные конструкции оборонительных сооружений XI и XII вв. двух славянских городищ (рис. 17). Сложная конструкция, включающая мост, околомостную караульную постройку, воротную башню и защитные стены, продумана во всех деталях (рис. 18). На основе древесных остатков, зафиксированных при раскопках, была реконструирована часть крепостной стены (рис. 16). Открытий, так ярко раскрывающих облик славянских укреплений, с тех пор не было сделано ни в ГДР, ни в других областях славянского расселения. Однако были получены ценные дополнительные данные по истории оборонительных сооружений славян. Городища являются важными археологическими источниками по истории Ободритского государства, а их изучение способствует более глубокому познанию этой истории.

В последние годы Шверинский музей и Академия наук ГДР вели раскопки храма святилища в Гросс Радене (Шверинский округ). Городище и расположенное рядом селище относятся к XIII—X вв. Храм, от которого сохранилась западная часть его деревянных стен, существовал, по всей вероятности, в ранний период жизни городища. Длина храма 12,5 м, ширина 7 м. Стены храма состояли из вертикально поставленных бревен, которые с наружной стороны были закрыты орнаментальными уплощенными брусьями. Сверху последние завершались схематически вырезанными изображениями голов. Над входом висел череп зубра — символ силы и благополучия (рис. 19). Таким образом, получены совершенно новые материалы для изучения происхождения и выявления функций языческих святилищ северо-западных славян.

В письменных источниках и хрониках, написанных представителями христианской верхушки и священниками, с XI в. постоянно упоминаются славянские храмы-святилища, сооруженные из дерева и часто великолепно оформленные. Подобные храмы имелись только у северо-западных славян, в число которых нужно включить и жителей Волина и Щецина в устье Одры. Исследователи их склонялись к мысли, что возникновение языческих культовых построек в среде северо-западных славянских племен связано со скандинавским влиянием или христианским воздействием, шедшим из германских областей. Раскопки в Гросс Радене показали, что храмовые сооружения славян значительно древнее скандинавского и христианского влияний. Еще в 1968 г. при раскопках в Фельдберге под Нейштрелитцем были сделаны наблюдения, позволившие предполагать, что храм здесь был основан в VII—VIII вв. Детали конструкции его остались непонятными. И теперь после открытий в Гросс Радене эти находки получили осмысление.

Весьма вероятно, что эти культовые постройки северо-западных славян восходят к древним временам и связаны с храмовым строительством кельтов, заселявших юго-восточные области Средней Европы, или даже точнее кельтов, расселившихся в современных южнопольских землях. Однако в этой области пока не раскопаны кельтские поселения, в которых имелись бы конкретные прототипы культового строительства северо-

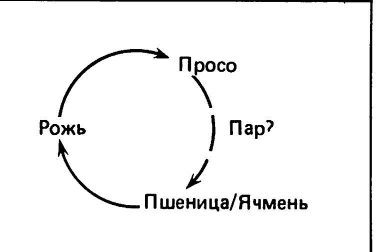


Рис. 12. Схема севооборота



Рис. 13. Раскопки зерновых амбаров на городище В под Торновым (IX в.)

западных славян и которые придали бы уверенность высказанному выше предположению. Пока последнее покоится на том, что внешний облик храма в Гросс Радене сходен с кельтскими культовыми строениями.

Подобный храм находился также в Арконе на острове Рюгене (рис. 20). Он располагался в срединной части культового городища и, судя по раскопкам 1968—1971 гг., существовал в конце VIII или в IX в. Само святилище и большая часть городищенской площадки уничтожены морским прибоем. Сохранились укрепления, относящиеся к VIII—IX и более поздним столетиям (рис. 21). Исследования костных остатков, обнаруженных при раскопках сохранившейся площадки городища, которая в период функционирования святилища была свободна от построек и предназначалась для народа, а позднее была застроена домами, показали, что в Арконе осенью совершались праздничные жертвы. В жертву приносились прежде всего молодые животные — крупный рогатый скот, овцы, козы и свиньи. Во время этих жертвоприношений и культовых празднеств (по свидетельству датского хрониста Саксона Грамматика, это были праздники урожая, отмечаемые в конце августа или в начале сентября) около городища и внутри его устраивались базары и совершались торговые операции. Об этом свидетельствует и небольшое число находок — предметов, вывезенных из Скандинавии, Северо-Западной Европы и других областей.

Святилище было разрушено в IX—X вв. К этому периоду относится находка ларца с большим ассортиментом изделий (рис. 22). Он принадлежал, очевидно, торговцу, привезшему товар на Арконскую ярмарку и оказавшемуся на городище во время его осады. Нападающими, вероятно, были датчане, которые неоднократно нападали на Рюген в последующем столетии. Торговец, по-видимому, погиб во время осады или был пойман захватчиками.

Такова историческая судьба Арконы, самого замечательного и широко известного славянского укрепленного поселения в регионе Балтийского моря в X—XII вв., детальная история которого прояснилась, насколько это было возможно, благодаря археологическим раскопкам последних лет. Теперь все усилия направлены на то, чтобы защитить от дальнейших разрушений морскими волнами остатки этого городища-святилища, гордо возвышающегося на самой северной оконечности ГДР. Если этого сделать не удастся, то последние остатки памятника в течение нескольких десятилетий будут поглощены морем.

Помимо остатков храмов и святилищ, при раскопках были найдены деревянные идолы (рис. 23).

Раскопки в микрорегионе Торнова дали важные материалы по таким вопросам, как экономика и социальные отношения славян, культурные связи Нижней Лужицы с другими землями, взаимоотношения славянского населения с предшествующими ему германскими племенами, вероятно, с бургундами и фламандско-немецкими крестьянами XII—XIII вв. Раскопки в Торнове были обусловлены открытыми разработками бурого угля, проводились в относительно благоприятных условиях, но довольно быстрыми темпами.

Удалось установить следующие периоды истории этого микрорегиона (рис. 24):

1. Германские поселения III—V вв.;

2. Ранние славянские селища V—VI вв., основанные скорей всего переселенцами из Повисленья;

3. Возникновение городища и селища фазы *A* (рис. 25), датируемых VII в.;

4. Гибель городища и селища *A* и восстановление их в VIII в. (городище и селище *B*, рис. 26—28);

5. Гибель городища и селища *B* и основание поселения *C* (IX в.), а затем и поселения *D* (X—XI вв.);

6. Возникновение сельского поселения фламандских крестьян по соседству со славянским (XII—XIII вв.). Новая деревня была укреплена таким же способом, какой характерен для фламандских поселений. В XIII в. славянское поселение сливается с фламандским. Вероятно, в этом можно видеть процесс ассимиляции пришлых фламандцев, воспринявших славянский, точнее, лужицко-сорбский язык. В средние века Торнов считался сорбской деревней. Однако в результате слияния славянского и фламандского

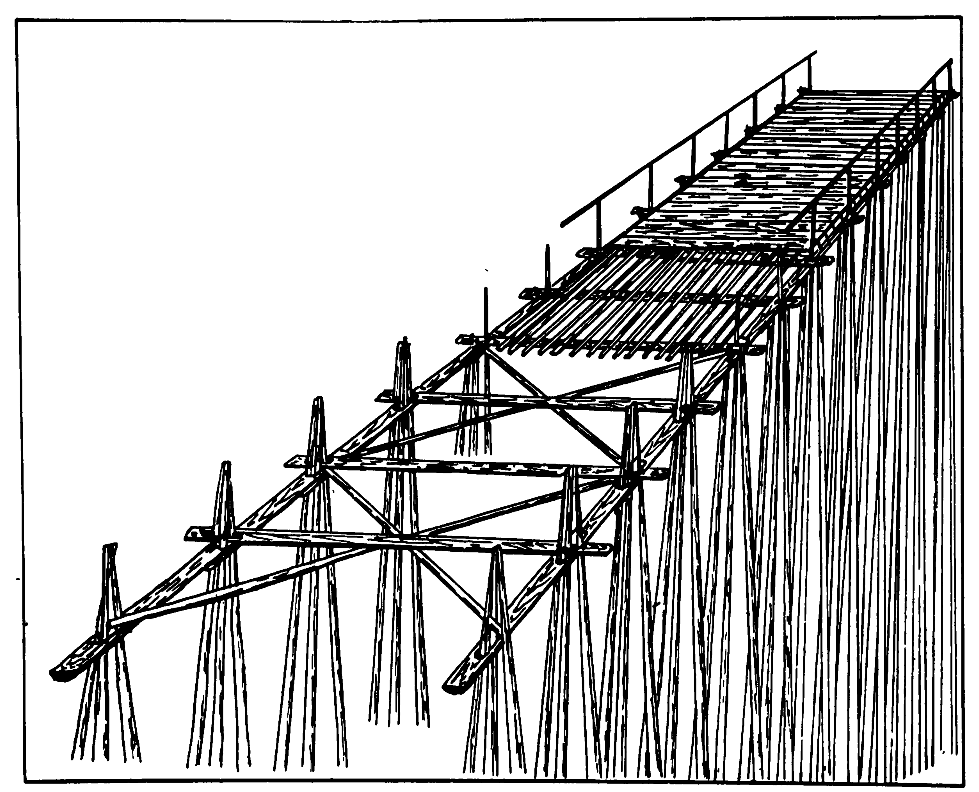


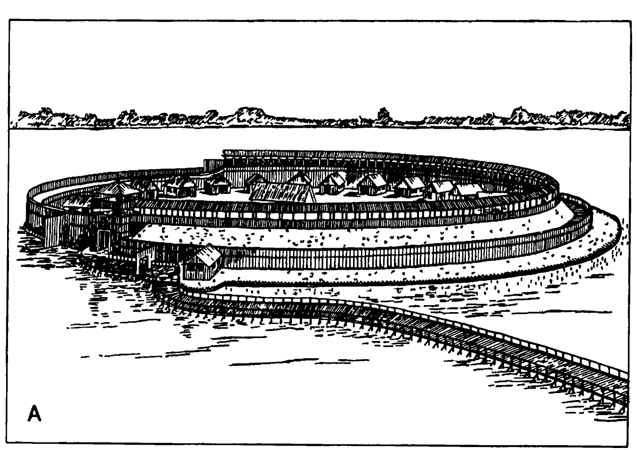
Рис. 14. Раскопки моста под Тетеровом (по Э. Шульдту)

Рис. 15. Реконструкция моста в Обер-Юкерзее под Пренцлау



Рис. 16. Берен-Любхин. Реконструкция деревянной оборонительной стены (по Э. Шульдту)





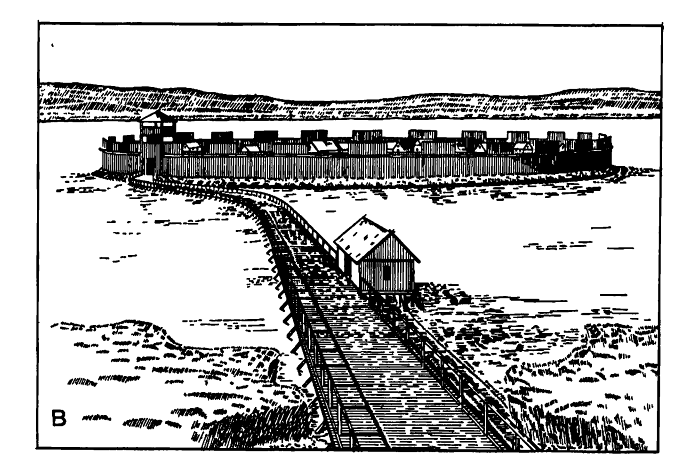


Рис. 17. Берен-Любхин. Остатки деревянных сооружений (по Э. Шульдту)

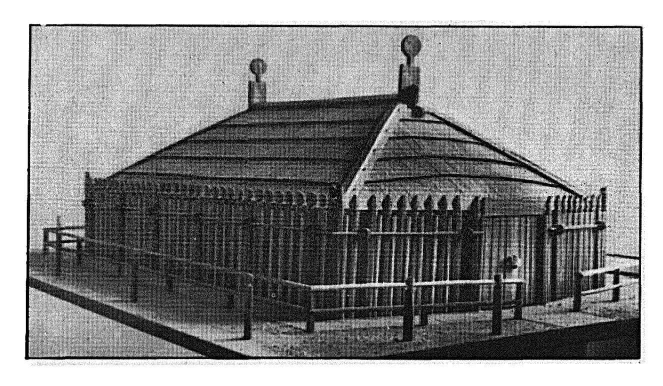
Рис. 18. Берен-Любхин. Реконструкция городища:
***А* — древняя фаза;**
***В* — поселение XII в. (по Э. Шульдту)**

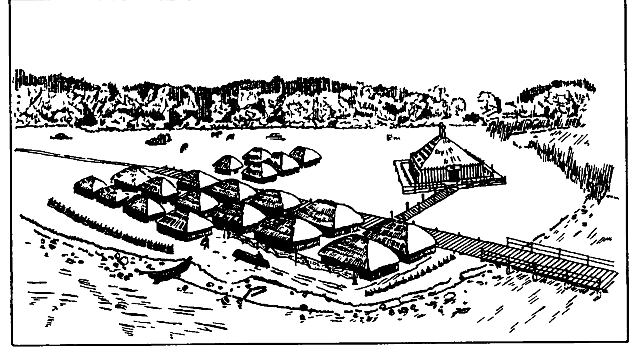
поселений здесь получает развитие материальная культура, тождественная средневековым культурам собственно немецких областей.

Раскопками прослежена история Торнова на протяжении более чем 1000 лет. Благодаря сотрудничеству археологов с геологами, географами, минералогами, металлургами, зоологами, специалистами в области изучения пыльцы, химиками и представителями иных наук удалось более или менее отчетливо исследовать все подробности социально-экономической и исторической ситуации для каждого отдельного периода. Были получены значительные материалы, определенно свидетельствующие о высокоразвитом земледелии в период функционирования славянских городищ *А* и *В*. По-видимому, в периоде В наблюдается переход к феодальному ведению хозяйства.

Последующие исследования показали, что Торнов является своеобразным эталоном целого археологического культурного ареала, характеризуемого одинаковыми тенденциями социально-экономического развития. Он охватывал прежние племенные области дедошан в нижней Силезии (территория Польши), мильцев в Верхней Лужице, лужичан в Нижней Лужице, сельполей в устье Нисы и некоторых других мелких групп. Не имея возможности остановиться на других факторах, характеризующих этот ареал, нужно заметить, что относительно высокий уровень социально-экономического развития его был существенной причиной этнической стабильности и препятствием в распространении здесь немецких поселений и ассимиляции славян, к чему, как известно, стремились немецкие феодалы.

Северо-западные славянские племена с VII—VIII вв. были вовлечены в европейские торговые связи. Роль их в этой торговле росла в зависимости от успехов славянской экономики.





Сеть торговых путей расширяется и охватывает почти всю территорию северо-западных славян. Важнейшие торговые дороги устанавливаются на основе письменных и археологических источников. На этих путях обнаруживаются крупные и мелкие клады монет и разнообразные предметы торговли, вывезенные из арабских стран, Киевской Руси, Польши, Чехии и Моравии, немецких феодальных государств, Северо-Западной Европы и Скандинавии.

В VIII в. огромное значение приобрели торговые перевозки через Балтийское море. В различных племенных областях славян возникают настоящие торжища — торговые пункты, которые посещались иноземными купцами, а на некоторых они и селились. Из франкских анналов в земле ободритов известен такой пункт под названием Рерик. В 808 г. он был захвачен, разгромлен и сожжен датчанами. Купцы были арестованы и перевезены в Хайтхабу-Шлезвиг — на территорию, подвластную датскому королю. Однако Рерик не исчез окончательно. Через год там обосновался князь ободритов. Имеются основания искать этот пункт в пределах нынешнего округа Мекленбург под Визмаром. В Мекленбурге (центре одноименной земли) находилась резиденция ободритских князей. Мекленбургское городище хорошо известно и обследовалось археологами. Мекленбург сохранял свое крупное значение как княжеская резиденция и торговый центр вплоть до XIII в. Славянское название его, если мы правильно интерпретируем различные письменные источники, в том числе арабские, — Велиград. В одной латинской хронике этот пункт назван Magnopolis (т. е. «большой город»), а в старосаксонском документе 995 г. — Michelenburg (опять-таки «большой город»). И в самом деле Мекленбургское городище является крупнейшим раннесредневековым поселением.

Другой пункт, связанный с морской торговлей, находился под Менцлином и Анкламом при впадении Пеене в ответвление Одранского залива. Археологические раскопки показали, что здесь наряду со славянским населением проживали торговцы — выходцы из Скандинавии. Последние хоронили умерших, согласно скандинавскому ритуалу, в сложенных из камня ладьевидных могилах (рис. 29). Менцлин находился в торговых связях с прибрежными областями Балтики, Скандинавией и Фрисландией. В IX—X вв. поселение теряет свое важное торговое значение.

В последние годы археологические раскопки велись в раннесредневековом морском порте Ральсвике на острове Рюген. Этот торговый центр, топография которого в главных чертах выяснена при раскопках (рис. 30), был международным, поскольку в нем проживали представители различных племен и лица различного происхождения, а торговые связи были весьма обширными. В первую очередь торговля осуществлялась со странами Балтийского региона. Балтийским путем, вероятно, из Старой Ладоги поступали монеты арабского происхождения. В Ральсвике найден клад, состоящий из 2270 таких монет и зарытый около 850 г. (рис. 31). Анализ монет, выполненный чешским нумизматом, сотрудником Национального музея в Праге Я. Штепковой (Stěpkova), показал, что они были чеканены преимущественно в Средней Азии и Двуречье и поступили в Ральсвик кратчайшим путем. Кроме монет, в составе клада имелся фрагмент шейной гривны пермского типа, что дает основание полагать, что клад поступил в Ральсвик из Средней Азии по Волге через Старую Ладогу и Балтийское море.

В Ральсвике раскопками обнаружены следы портовой деятельности. Каждая усадьба имела, по-видимому, собственную пристань с крытым участком, где стояли и могли ремонтироваться ладьи. В настоящее время зафиксировано 17 пристаней. Исследованы и сами суда, на которых совершались все торговые перевозки. Судя по трем обнаруженным ладьям, они имели длину до 14 м, ширину 3,4 м и осадку около 1 м. Грузоподъемность их составляла примерно 9 т. Движение осуществлялось с помощью паруса, весла имели вспомогательное назначение.

Как уже отмечалось, Ральсвик был торговым центром раннего средневековья. Позднее его роль в балтийской торговле заметно уменьшилась, но пункт сохранялся, имея подсобное значение.

Политический центр, которому был подчинен Ральсвик, располагался в 7 км от него в Ругарде

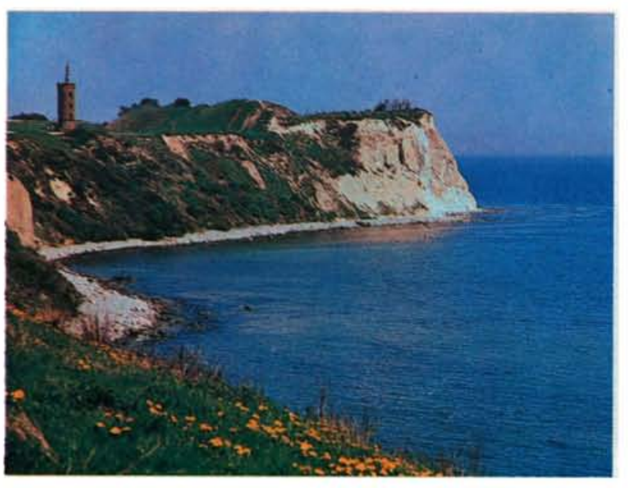




Рис. 19. Реконструкция храма в Гросс Радене и расположенного рядом селища (по Э. Шульдту)

Рис. 20. Общий вид Арконского мыса (фото К. Хаманна)

Рис. 21. Ситуационный план Арконы:
а **— береговой обрыв 1969 г.;** ***б*** **— береговой обрыв 1920 г.;** ***в*** **— выявленная береговая линия около 900 г.;** ***г*** **— сохранившиеся в настоящее время участки валов;** ***д*** **— предположительный вал IX—X вв.;** ***е*** **— комплексы находок IX — X вв.;** ***ж*** **— комплексы находок XI—XII вв.;** ***з*** **— отдельные находки IX — X вв.;** ***и*** **— отдельные находки XI—XII вв.**

Рис. 22. Предметы из купеческого ларца, найденного в Арконе (фото К. Хаманна)



Рис. 23. Двухголовая культовая фигурка из славянского поселения Фишеринзель в Толлензезее (фото К. Хаманна)



Рис. 24. Городище в селище Торнов до начала раскопок

Рис. 25 и 26. План городища и селища фазы *A* (вверху), фазы *B* (внизу) в Торнове: *а* **— дома;** *б* **— хозяйственные постройки;** *в* **— ямы;** *г* **— колодцы;** *д* **— дороги**

Рис. 27. Реконструкция поселений фазы *B* в Торнове

Рис. 28. Разрез вала городища в Торнове





Рис. 31. Клад монет, найденный в одном из торговых домов в Ральсвике (фото К. Хаманна)

Рис. 29. Могильник с каменными ладьевидными обкладками при славяно-скандинавском торговом центре Менцлин в устье Пеене (по У. Шокнехту)

Городище

Большой Ясмунский залив

Раннесредневековое озеро

С

Ругард

а

б

в

г

Рис. 30. Топографический план окрестностей Ральсвика на Рюгене:
а — курганные могильники; б — могильник; в — расположение поселения в IX—X вв.; г — ладьи

(Берген). Городище Ругард, основанное, вероятно, в VIII—IX вв., по-видимому, было одновременно главным центром всех рюгенских славян. Раскопками 1977 г. история этого важного пункта выяснена лишь в общих чертах, поскольку городище теперь активно застраивается.

Для изучения взаимоотношений северо-западных славян и немцев большое значение имеют исследования городских центров. За последние десятилетия в более чем 50 городах ГДР преимущественно в связи с их реконструкциями были произведены археологические раскопки. На основе раскопок выяснена роль славянских поселений в возникновении и развитии важнейших городов.

В таких местах, как Бранденбург, Шверин, Хавельберг, Баутцен, Котбус, Лейпциг, Берлин-Кёпеник, наблюдается непрерывность в развитии. Эти города основаны задолго до немецкой феодальной экспансии и были поселениями, где проживали феодалы и их слуги, ремесленники, торговцы и прочие люди, оторванные от сельскохозяйственной деятельности. Первоначально они были раннегородскими центрами северо-западных славян.

Такие пункты, как Дрезден, Росток, Висмар, Анклам, Пренцлау, Потсдам, начинались из славянской деревни или строились по соседству с сельскими поселениями в качестве ремесленных поселков людьми из окрестностей.

Города третьей группы — Берлин, Франкфурт-на-Одре, Мейсен, Карл-Маркс-Штадт — расположены в местностях, которые в раннем средневековье были заняты лесными массивами или пограничными полосами, разделявшими славянские племена. Эти города начали свое развитие с XII в., и население их пополнялось за счет фламандского, саксонского, франкского и славянского крестьянства.

И наконец, в городах, расположенных некогда на территории франкского государства (Магдебург, Галле, Тилледа на Кыффхёйзере, Веймар, Эрфурт), как показали раскопки, в раннее время (VIII в.) большая роль принадлежала славянским поселенцам. Это были ремесленники или зависимое от феодальной верхушки население. Археология дополняет письменные свидетельства и данные топонимики, говорящие о значительном славянском проникновении в земли немецкого феодального государства.

Нужно иметь в виду, что начиная с VIII в., во-первых, славянская племенная знать вступала в тесные контакты с немецкой феодальной верхушкой, иногда заключались союзы против собственных племен; во-вторых, трудовое население, проживавшее на одних поселениях, состояло из лиц различного этнического происхождения.

Вместе с тем славяноязычные сельские поселения вплоть до развитого и позднего средневековья существовали не только в областях, принадлежавших в раннесредневековый период северо-западным славянским племенам, но и западнее, в землях немецких феодальных государств.

В. Н. РЕМЕСЛО, А. В. КОЛОМАЦКИЙ

Династия мироновских пшениц

М.-А. В. МУХАМЕДЖАНОВ

Хлопководству — новую систему земледелия

А. И. ТЮТЮННИКОВ

Биоритмы, ионный обмен и урожай

Э. И. СЛЕПЯН

Полезные и вредные уродства растений

Дж. ДРЕШ

Пятьдесят лет в геоморфологии

ЗЕМЛЯ

НАУКА —
НЕ
ВОЛШЕБНЫЙ
РОГ
ИЗОБИЛИЯ,
А
ЛИШЬ
СРЕДСТВО
ПРЕОБРАЗОВАНИЯ МИРА
В
РУКАХ
ЛЮДЕЙ.
БЕРНАЛ







ВАСИЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ РЕМЕСЛО (р. 1907) — ученый-селекционер, доктор сельскохозяйственных наук, академик АН СССР и ВАСХНИЛ, директор Мироновского ордена Ленина научно-исследовательского института селекции и семеноводства пшеницы, заведующий отделом селекции и первичного семеноводства этого же института, дважды Герой Социалистического Труда.

Родился на Полтавщине (УССР) в крестьянской семье. В 1928 окончил Масловский институт селекции и семеноводства им. К. А. Тимирязева (Киевская область). Работал научным сотрудником на Ново-Уренской госселекстанции (1933—1938), в 1938—1941 и в 1947—1948 — заместитель директора по научной части, в 1941—1942 — директор Северо-Донецкой селекционной станции. Участник Великой Отечественной войны, прошел путь от Сталинграда до Берлина. В 1945 окончил Высший военно-политический институт. В 1948 получил назначение на Мироновскую селекстанцию (Киевская область), где до 1964 работал заместителем директора по науке и заведующим отделом селекции пшеницы, а с 1964 — директор станции. В 1968 на ее базе при его непосредственном участии был организован Мироновский институт пшеницы, и В. Н. Ремесло стал его директором.

В 1964 он был избран действительным членом ВАСХНИЛ, в 1974 — академиком АН СССР.

В. Н. Ремесло — автор около 200 научных работ. В настоящее время руководит в нашей стране созданием интенсивных сортов озимой пшеницы с урожайностью 70—90 ц/га. Он разработал свои методы селекции пшеницы, позволившие создать особенно ценные сорта этой культуры — Мироновская 264, Мироновская 808, Мироновская юбилейная, Ильичевка и другие, дающие на сотнях тысяч гектаров намолот с гектара по 40—50 ц и более.

На госсортоучастках, в колхозах и совхозах сейчас проходят проверку новые озимые сорта пшеницы селекции В. Н. Ремесло — Мироновская 10, Мироновская 808 улучшенная, Мироновская 11, Мироновская 25, Мироновская низкорослая, Мироновская 26. В последние годы В. Н. Ремесло создал ряд пшениц ярового типа развития, из которых Мироновская яровая уже районирована на Украине и осваивается в восточных регионах страны. Яровые «мироновки» в условиях колхозов и совхозов показывают урожайность в пределах 40—55 ц/га.

Озимые пшеницы селекции В. Н. Ремесло получили широкое распространение в ГДР, Чехословакии, Венгрии, Польше, где ежегодно занимают около 1,5 млн. га.

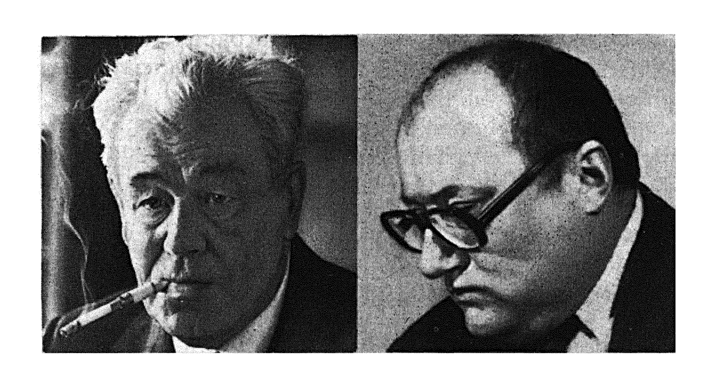
За выдающиеся успехи в деле создания новых сортов озимой пшеницы Мироновский институт награжден орденом Ленина, а за вклад мироновских пшениц в увеличение валовых сборов зерна в Чехословакии — орденом Труда ЧССР.

В 1963 академику В. Н. Ремесло присуждена Ленинская премия, в 1966 и 1977 — дважды присвоено звание Героя Социалистического Труда. Он награжден многими орденами и медалями СССР, ГДР, Венгрии, Чехословакии, Польши.

С 1963 бессменно является депутатом Верховного Совета УССР.

АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ КОЛОМАЦКИЙ (р. 1935) — кандидат сельскохозяйственных наук. Родился на Украине в г. Сумы в семье рабочего. В 1957 закончил агрономический факультет Тимирязевской сельскохозяйственной академии. Работал научным сотрудником в научно-исследовательских учреждениях Украины. В 1973 защитил кандидатскую диссертацию. С 1974 по настоящее время — ученый секретарь Мироновского ордена Ленина научно-исследовательского института селекции и семеноводства пшеницы.

А. В. Коломацкий — автор свыше 40 научных работ по вопросам растениеводства, селекции и семеноводства полевых культур.



ВАСИЛИЙ НИКОЛАЕВИЧ РЕМЕСЛО

АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ КОЛОМАЦКИЙ

Династия мироновских пшениц

Никто и никогда, очевидно, не узнает имени первого земледельца, который бросил в землю зерно. История культивирования хлебных злаков прячется в глубине веков. С древних времен начал человек выращивать зерновые культуры.

За это время земледелец приручил много растений. Ныне удельный вес различных видов злаков в мировом производстве в процентном отношении выглядит следующим образом: пшеница — 35, рис — 27, кукуруза — 21, ячмень — 11, просо — 8, рожь — 3. Теперь можно сказать: пшеница — основной хлеб планеты. Ежегодно земледельцы отводят под пшеницу свыше 230 млн. га. В 1977 г. мировое пшеничное поле дало 388,1 млн. т зерна, накопив в среднем на каждом гектаре по 16,6 ц.

Ученые еще и сегодня спорят, откуда пришел на ниву этот злак, но все же сходятся во мнении, что прародиной его следует считать Переднюю Азию, Закавказье и примыкающие к ним области Средней Азии и Ирана. Из достоверных источников мы знаем, что в древнем мире славилась своей пшеницей Скифия. Уже в IV в. до н. э. только в Афины ежегодно вывозилось из Северного Причерноземья около 16,7 тыс. т зерна, что составляло почти половину его потребления в Элладе. Об этом пишет Демосфен.

Сегодня главный производитель этого злака — Советский Союз. Основные наши пшеничные регионы — Северный Казахстан, Украина, Поволжье, Западная Сибирь. За последнее шестидесятилетие посевы этой культуры в нашей стране почти удвоились. Если в 1913 г. ею в России было занято 33 млн. га, то в 1977 г. — 64 млн. га.

Общий объем сельскохозяйственной продукции за годы Советской власти возрос более чем в 4,4 раза. В СССР создана материально-техническая база, которая гарантирует стабильный рост сельскохозяйственного производства. В решениях июльского (1978 г.) Пленума ЦК КПСС намечено довести уже в следующей пятилетке производство зерна до 238—243 млн. т, а к 1990 г. выращивать не менее 1 т на человека.

Селекция — важный путь к облагораживанию пшеницы

Давно известно, что растения на ниве испытывают влияние различных факторов внешней среды — содержания углекислого газа, энергии солнца, температуры воздуха, атмосферных осадков, относительной влажности воздуха, скорости ветра, болезней и вредителей, конкуренции растений и сортов в посевах и конкуренции сорняков, структуры и реакции почвы и т. д.

Эти и другие факторы действуют на растения, как правило, в различных сочетаниях — одни способствуют проявлению продуктивности растений, другие угнетают ее. Земледельцы уже давно пришли к выводу, что наиболее эффективно использовать первые факторы и нейтрализовать вторые можно, создавая определенные формы культурных растений в сочетании с необходимой агротехникой. Такой подход позволяет оптимально регулировать взаимоотношения между растениями и внешними факторами.

Практика мирового земледелия говорит о том, что сорт становится основным инструментом в деле интенсификации растениеводства. Об этом красноречиво говорит пример советского сельскохозяйственного производства. Внедрение интенсивных сортов пшеницы в важнейших зонах страны при улучшении технологии ее выращивания позволило в короткое время в 2—3 раза увеличить производство зерна. Такая картина наблюдается и в ряде зарубежных стран, в первую очередь в Мексике, Индии, Пакистане и других странах.

Особый взрыв в урожайности озимой пшеницы в СССР и в странах — членах СЭВ принесли выдающиеся сорта — Безостая 1 и Мироновская 808, которые отличаются исключительной пластичностью. Они вобрали в себя целый «букет» достоинств, которые выгодно выделяют их среди многочисленных сортов.

Они стали в руках ученых-селекционеров также надежным строительным материалом при создании новых интересных сортов. С помощью Безостой 1 и Мироновской 808 в нашей стране и за рубежом создано уже около 150 новых сортов озимой и яровой пшеницы. Успехи в селекции переплетены крепкими узами международных связей, и ученые внимательно следят за работами своих коллег, стараясь как можно быстрее заполучить от них все интересные новинки, которые создаются в лабораториях.

Остановимся на истории селекции пшеницы, посмотрим, как в руках человека этот злак становился все полнозерней и продуктивней.

Принято считать, что в средне- и верхнетретичный периоды кайнозойской эры появился прародитель дикой пшеницы — однозернянка. Человек в то далекое время собирал не созревшие, мягкие зерна, отделяя от них чешую. Он заметил, что зерна этого растения, когда их хорошо просушить, могут долго храниться, не теряя своих достоинств.

Поэтому человек стал культивировать его возле своих жилищ, отбирая лучшие растения. Это и было начало селекции хлебных злаков. Ведь селекция — по-гречески значит отбор. Именно так и был получен первый вид культурного хлебного злака — улучшенная однозернянка. Она отличалась от своих родителей рядом достоинств: зерна были у нее покрупнее, их больше накапливалось в колосе, да и основа, на которой он держался, была у нее понадежней, менее ломкой, способной противостоять прихотям природы.

Кстати, культурные однозернянки исчезли из природной флоры, но их любовно сохраняют в научных коллекциях не только как исторические экспонаты, но и как селекционный материал, несущий стойкость к неблагоприятным условиям. Несколько сотен таких растительных предков пшеничного злака имеет и наш всемирный аккумулятор разнообразного растительного сырья — Всесоюзный институт растениеводства.

Эволюционный путь пшеничного злака — древнейшей нашей культуры — также уходит в глубь тысячелетий.

Облагораживание этого растения начала сама природа. Осуществив естественное скрещивание с другими видами и родами, она создала растение, которое сыграло важную роль в становлении человеческого общества. Природа отобрала наиболее продуктивные формы этого злака, как бы указав тем самым путь к селекции. Человек, как уже сказано, стал улучшать это растение на заре своей сознательной деятельности и затратил на его селекцию тысячелетия.

С ростом своего интеллекта человек совершенствовал и селекцию, которая усложнялась, так как всегда оставалась цель получить как можно больше пищи, затратив на это как можно меньше усилий. Одними из первых в культуру были введены злаки, так как их зерна хорошо сохранялись, легко транспортировались, а главное — были весьма питательными. Те знания, которые накапливались в результате этого процесса, систематизировались и передавались из поколения в поколение.

Так закладывались основы народной селекции. И сегодня селекционерам хорошо известны отечественные народные сорта яровой пшеницы — такие, как Черноузка, Полтавка, Зерновка и многие другие, которые отличались высокой засухоустойчивостью, а также озимые пшеницы — например, Сандомирка и Крымка, которые хорошо переносили невзгоды природы, наливая колос с высококачественным зерном. Накапливаемые знания в области ботаники, систематики и других биологических наук способствовали в дальнейшем расширению и углублению работ по созданию высокопродуктивных сортов. Все чаще растениеводы проводили искусственные скрещивания, то есть гибридизацию, что значительно расширяло возможности селекционной науки.

Труды таких выдающихся биологов, как Ч. Дарвин, Г. Мендель, В. Иоганнсен, И. В. Мичурин, Л. Бербанк, Н. И. Вавилов, способствовали формированию научной селекционной мысли, заложив основы науки о наследственности и изменчивости организмов, открыв возможность управлять формообразованием нужных для человека признаков и свойств у растений.

В нашей стране до революции селекционная наука развивалась только усилиями энтузиастов-одиночек, но после Великого Октября, когда в 1921 г. был принят декрет «О семеноводстве», подписанный В. И. Лениным, она получила широкие возможности для своего развития. В последующие годы в стране была создана стройная система селекционно-семеноводческой службы, которая включала в себя селекционные учреждения, семеноводческие хозяйства, службу по сортоиспытанию.

Этот период характеризовался тем, что в основном селекционеры вели аналитическую селекцию, т. е. отбирали лучшие формы из местных сортов и популяций. Таким образом создавались новые сорта, которые получали признание у земледельцев. Так, к примеру, были созданы сорта озимой пшеницы — Московская 2453 и Московская 2411. Но вскоре потребовалось в одном растении сочетать признаки нескольких

форм, чтобы создать синтетические культуры.

А этого можно было достигнуть путем гибридизации, скрещивая различные формы растений. Гибридизация как прием селекции со временем усложнялась, и теперь наиболее ее действенный метод — это последовательная, или ступенчатая, селекция. Метод основан на том, что в процессе селекции растению «прививают» от других форм недостающие положительные свойства.

Этот метод был впервые разработан в нашей стране выдающимся творцом пшеничных колосьев — саратовским селекционером А. П. Шехурдиным, создававшим таким путем уникальный сорт яровой пшеницы Саратовская 29, который и до настоящего времени занимает в стране почти 20 млн. га.

Этапы рождения нового сорта отражают процесс постепенного насыщения культурных растений отдельными признаками, взятыми нередко у злаков, рожденных за тридевять земель. Однако, несмотря на то, что селекционеры в настоящее время обеспечены разнообразным растительным сырьем по каждой культуре, им все же не хватает сортов и форм, которые обладали бы повышенной зимостойкостью, засухоустойчивостью, иммунитетом к болезням и вредителям, способностью сполна наливать зерно белковыми компонентами.

Сейчас род пшеницы насчитывает 21 вид, но доминирующее значение в мировом земледелии имеет мягкая пшеница, на которую падает 90—95% посевной площади. Хотя многие виды пшеницы не имеют заметного производственного значения, они обладают значительным резервом полезных свойств и признаков и рассматриваются по праву как стратегический материал в селекционном деле.

Когда вели селекцию путем отбора лучших форм среди местных пшениц, то созданные таким образом новые сорта не намного превосходили старые по продуктивности. К тому же извечные бичи пшеницы — ржавчина и твердая головня — «съедали» с таким трудом добытую прибавку.

И тут селекционеры отыскали ту тропку, которая в конечном счете привела к взрыву урожайности у этого злака. Они начали путем гибридизации прививать местным, легко поражаемым пшеницам, стойкость к болезням, свойственную иностранным сортам. Так начался новый этап в селекции пшениц, который в конечном счете ознаменовался выходом на поля целого ряда выдающихся пшеничных сортов, которые на новую ступень подняли урожайность пшеничной нивы.

Однако создание иммунных сортов поставило новые задачи перед селекционерами. Потребовалось сменить весь облик древнейшего злака, так как высокая соломина не в силах была удержать тучный колос. Здесь действовал элементарный закон механики, и чтобы полнозерный колос не ложился наземь, соломину требовалось укоротить, сделать более устойчивой для поддержания колоса. И селекция смело взялась за это дело. Сначала укорачивание шло очень медленно. Пшеница как бы нехотя уменьшала свой рост, по своей природе она была готова всегда повыше поднять свое главное богатство — колос, всегда старалась выбраться из окружающих ее сорняков, чтобы выжить и дать возможность вызреть налитым зернам.

Да и земледельцы в свое время поощряли ее в этом, так как солома служила и кормом для скотины, и топливом, и крышей для жилья.

Но наступившая бурная интенсификация сельскохозяйственного производства требовала того, чтобы соки земли шли главным образом на образование зерна. Остро стал вопрос — сделать пшеничное растение пониже, но с тучным колосом. Следовало спешить: культура полей росла, все чаще ложился наземь пшеничный колос, вес которого не соответствовал опоре. Старые методы медленного изменения природы этих злаков уже не годились. Нужны были новые пути. Первым в нашей стране их нашел великий преобразователь пшеничного колоса академик П. П. Лукьяненко на Кубани. Ему удалось скрестить американскую озимую пшеницу Канред-Фулькастер 266278 с аргентинским сортом яровой пшеницы Клейн 36. Так зародилась династия новых сортов-скороспелок — 01, 2, 3, 3б. У них была относительно короткая соломина, но они не были приспособлены к невзгодам зимы, нередко вымерзали, да и зерно у них было низкого качества. Тогда селекционер скрестил их с известным украинским сортом Лютесценс 17 и получил пшеницу нового типа. Это была Безостая 4, которая пришла на поля в середине 50-х годов. Ученый сумел на ее основе создать знаменитую Безостую 1, которая по праву вошла в мировое селекционное дело как феномен второй половины двадцатого века.

О том, что дало Кубани это великое детище П. П. Лукьяненко, говорят цифры роста урожайности этой культуры. Уже в 1966 г., когда Безостая 1 становилась главной хозяйкой местных нив, урожайность этого злака достигла 29,5 ц/га, а потом, в 1970 г., — 36,6 ц/га. Если же заглянуть в историю полеводства на Кубани, то в наиболее благоприятном для земледелия году — 1913 — пшеница дала по 13,1 ц/га. Следовательно, за какое-то 50-летие урожайность этой главной хлебной житницы России возросла в 3 раза.

Сегодня стратегия селекции озимой пшеницы определяется высокими требованиями интенсивного зернового производства и сводится к следующему: создание зимостойких высокопродуктивных сортов с урожайностью 100—120 ц/га, устойчивых к природным капризам, способных не

полегать на высоких фонах туков и органики и при орошении, иммунных к недугам и вредителям, с повышенным содержанием белковых компонентов в зерне, в том числе и ценных аминокислот. Многолетняя практика отечественного и зарубежного селекционного дела показывает, что синтез в одном сорте всего комплекса хозяйственно-ценных признаков — очень трудная задача. Так, в практике выдающегося селекционера по культуре пшеницы — лауреата Нобелевской премии Нормана Борлауга, который работает в Международном селекционном центре в Мексике, только сотая часть из гибридного материала дает линии, которые выходят в производство в качестве сортов. Такую же примерно картину можно наблюдать и в практике работы советских селекционеров.

Чтобы сорт пшеницы занял достойное место на ниве, он во всех случаях обязан отвечать таким главным требованиям: иметь высокую постоянную продуктивность и проявлять ее в условиях производства; максимально использовать благоприятные условия среды; быть способным к противоборству с неблагоприятными факторами внешней среды. По сегодняшним меркам растение должно обладать следующими достоинствами: иметь разветвленную корневую систему, которая обладала бы мощной рабочей поверхностью и высокой поглотительной способностью; надежно работающий фотосинтетический аппарат; активно действующие проводящие системы и надежный аппарат метаболизма; оптимальные темпы роста; развитые полезные органы (зерновки), которые имели бы надежную емкость для накопления поступающих органических веществ.

Если проследить результативность селекционной работы с культурой пшеницы в мировом плане, то практика показывает, что особый успех приходит к тем ученым, которые используют и применяют богатый, генетически разнообразный исходный материал и научно обоснованные прогрессивные методы работы.

Питательная ценность пшеницы характеризуется многими показателями, но главный из них, повторим, — белок. Сегодня проблема производства белка в мире стоит очень остро. Основной производитель здесь — хлебные злаки, которые дают его в 3 раза больше, чем продукты животноводства. Поэтому повышение содержания белка в злаках, в том числе в пшенице, рассматривается как основная задача селекционной науки.

Но здесь ученые сталкиваются с задачей, которую не так просто решить. Продуктивность колоса, как правило, отрицательно сказывается на содержании в зерне белковых элементов. Известно также, что процент белка в зернах злаков подвержен сильным колебаниям под влиянием условий среды. Важно также в белковых компонентах иметь, как уже сказано, нужный набор аминокислот, поскольку дефицит незаменимых кислот приводит к перерасходу в животноводстве огромного количества кормов. Однако селекционеры, ведущие работы с пшеницами, обладают ограниченным растительным арсеналом, отличающимся нужным набором аминокислот. Приходится поэтому проводить сотни тысяч анализов, чтобы найти формы, которые сочетали бы в себе нужные количества и качественные показатели. Правда, сегодня к нам в этом сложном деле пришли надежные помощники — автоматические аминокислотные анализаторы, которые позволяют поставить этот процесс на поток.

И все же мы в конечном счете пока еще не в силах поднять на нужный уровень белковость нашего главного злака. Данные показывают, что за последние годы во многих озимосеющих регионах наблюдается падение содержания белка в зерне. Вот почему сейчас селекционеры ищут доноров белковости, которые могли бы стабильно передавать нужный признак при скрещивании новым создаваемым колосьям.

Если рассматривать главную проблему, с которой сталкиваются селекционеры при создании сортов озимой пшеницы, то это в первую очередь устойчивость растений к вымерзанию, к выпреванию, вымоканию, ледяной корке и выпиранию, что обычно именуется признаком «зимостойкость». Но объединить в одном генотипе комплексную устойчивость ко всем этим неблагоприятным факторам — исключительно сложная задача.

Обширное Нечерноземье России долгое время было нивой ржи, овса и гречихи. Только эти три культуры на выщелоченных подзолах могли давать сносный урожай, который, как правило, подчинялся формуле — «сам два» или «сам три», то есть получали зерна в 2—3 раза больше, чем клали в землю. Худосочные колосья этих злаков веками господствовали в громадном земледельческом регионе. На примере создания зимостойкого сорта озимой пшеницы Мироновская 808 мы бы хотели показать, как с помощью селекции произошло фактически обновление зернового хозяйства этого обширного края.

До последнего времени озимая пшеница имела здесь «островной» характер и занимала площадь в несколько десятков тысяч гектаров, причем нередко весной ее посевы погибали, не выдержав испытания холодом. Урожайность была невысокой.

В 1976 г. земледельцы Московской области на площади свыше 200 тыс. га собрали урожай Мироновской 808 по 32,3 ц/га. В последние годы сюда пожаловали и наши новые озимые сорта — Мироновская юбилейная и Ильичевка, которые еще более надежно укрепили местные позиции озимой пшеницы. Обладая широкой экологической пластичностью, стойкостью к зимним температурным факторам, перенося лучше дру-

гих повышенную кислотность здешних почв, наши «мироновки» сумели стабильно поднять зерновой баланс этого края.

Мироновские пшеницы

В украинской Степи, за Мироновкой — небольшим районным городком, что расположен на хлебосольной Киевщине, приютился современный поселок, окруженный зеленью парковых насаждений. Рядом раскинулись до самого горизонта колхозные поля. Справа при въезде — пятиэтажное белокаменное здание с вывеской «Мироновский ордена Ленина научно-исследовательский институт селекции и семеноводства пшеницы». Институт имеет разветвленную сеть опытных станций, раскинувшихся от Нечерноземья до Алтая.

Сегодня почти каждый десятый гектар озимого пшеничного клина планеты земледельцы отводят под сорта, созданные коллективом этого селекционного учреждения. Пшеничная нива, где возделывают сегодня «мироновки», раскинулась от Балтийского моря до Иртыша, от нечерноземной Вологды до знойного Поволжья, от Дуная до Вислы. Около полутора миллионов гектаров ежегодно занимают мироновские пшеницы в братских странах социалистического содружества — ГДР, Чехословакии, Польше, Венгрии, одаривая ежегодно местных земледельцев полновесными колосьями.

Начиная с 1960 г. мироновские пшеницы только в СССР занимали площадь около 100 млн. га, и страна получила от их выращивания дополнительно свыше 300 млн. ц зерна. И такую могучую добавку дали только четыре озимых сорта «мироновок» — Мироновская 264, Мироновская 808, Мироновская юбилейная, Ильичевка.

В 1971 г. на Пржевальском госсортоучастке Киргизской ССР Мироновская юбилейная дала по 100,3 ц/га зерна, а в 1973 г. сорт Ильичевка — по 105,6 ц/га.

Урожайная сила мироновских пшениц проявилась и на полях колхозов и совхозов. Так, в совхозе «Заря коммунизма» Домодедовского района Московской области в 1970 г. Мироновской 808 собрали по 71 ц/га, и это в Нечерноземье — зоне извечных серых хлебов — ржи, овса, ячменя. Колхоз «Рассвет» Михайловского района Волгоградской области в 1976 г. с площади 100 га получил по 80,3 ц/га Мироновской юбилейной. В 1977 г. Ильичевка в Масловском совхозе-техникуме Киевской области на каждом из 319 га дала по 78,8 ц/га.

Высокими урожаями порадовали мироновские пшеницы и хлеборобов братских социалистических стран. Так, в районе Новый Замок ЧССР в хозяйстве «Липово» в 1974 г. Мироновской 808 получили по 109 ц/га, Мироновской юбилейной в том же году в кооперативе «Остров» — по 106,0 ц/га, а в хозяйстве «Щурице» — 111,9 ц/га.

В тридцатые — сороковые годы основным сортом озимой пшеницы стала Украинка, созданная в 1924 г. на Мироновской селекционной станции, в лесостепной части Украины. Этот сорт давал значительную прибавку в урожае зерна по сравнению с местными сортами и быстро был внедрен в производство. Зерно этой сильной пшеницы явилось мировым стандартом по высокому содержанию белка и клейковины.

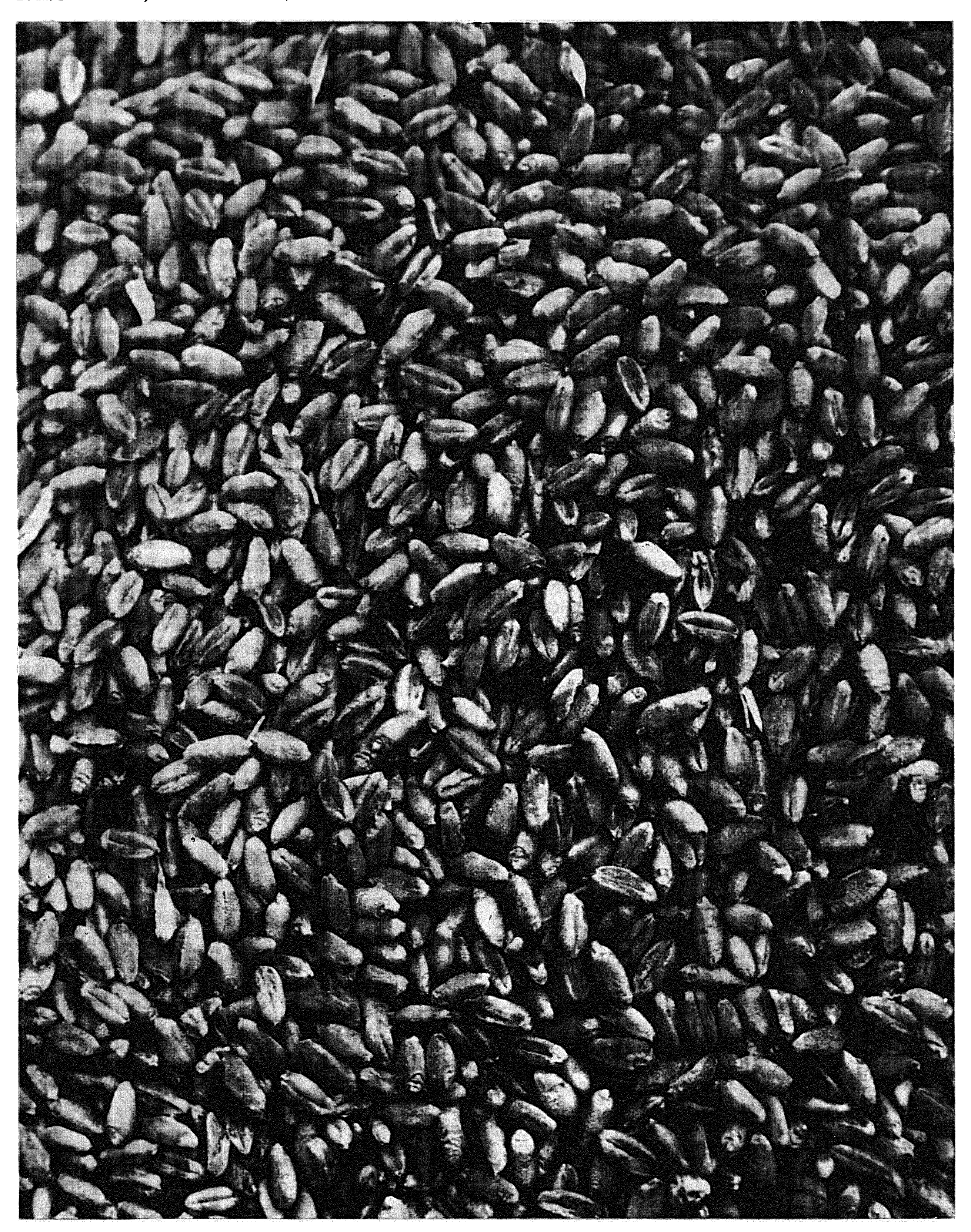
Этот сорт быстро внедрился в производство, и его посевные площади к 1940 г. составляли свыше 7 млн. га.

Но длинностебельность растения (140 см) вызывала раннее полегание и оттого щуплость зерна, что значительно снижало урожайность. Украинка, полученная путем отбора из венгерского местного сорта Банатки, давала 150 пудов с гектара, и это было ее потенциальным пределом. Производство же требовало от ученых новых сортов, отвечающих возросшему уровню культуры земледелия.

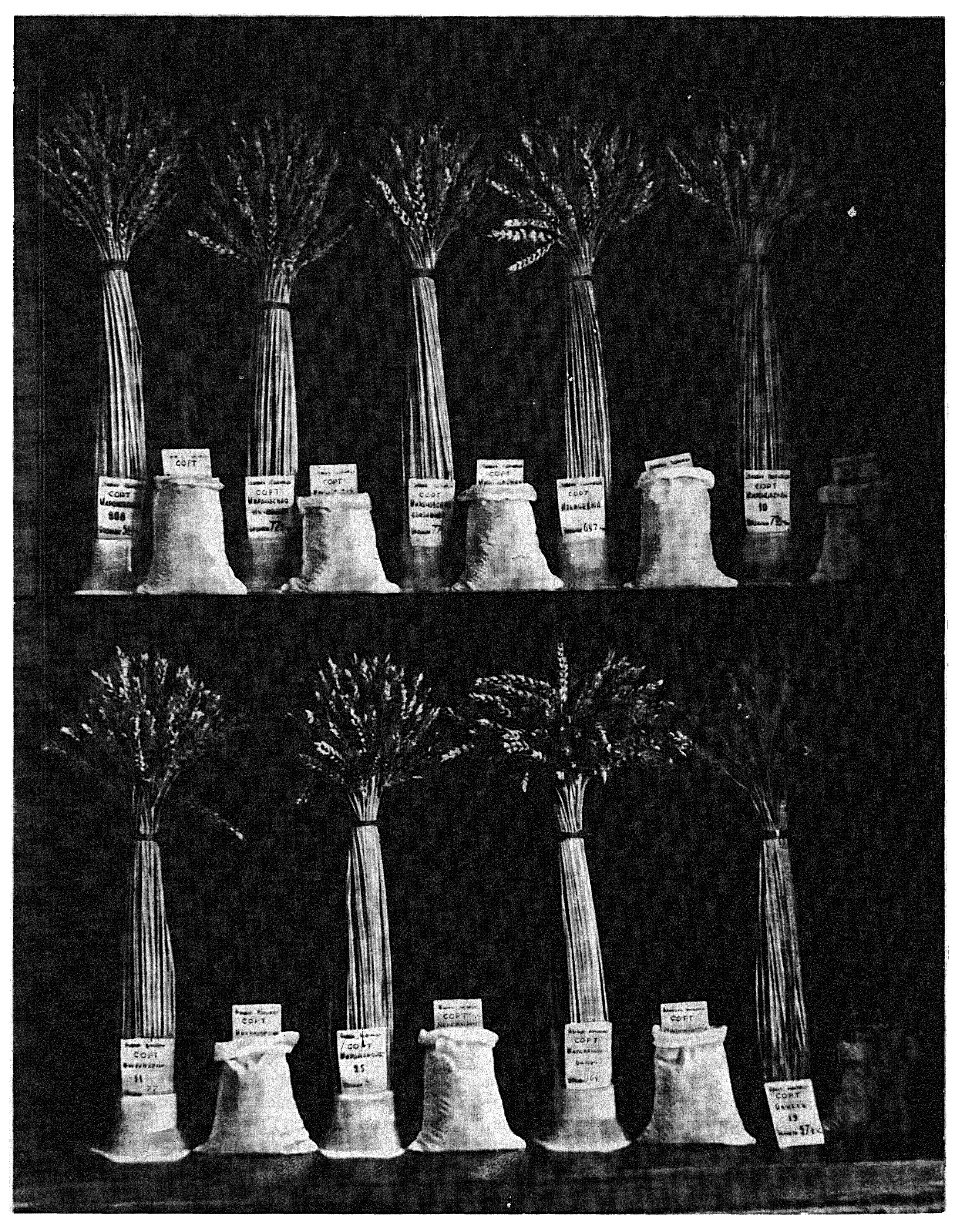
Созданные за это время сорта Одесская 3, Одесская 12, Лютесценс 17 и Белоцерковская 198 подняли урожайность и увеличили валовой сбор зерна, но страна нуждалась в бо́льшем хлебе, и проблема создания более урожайных сортов сохранялась; она была основной и для Мироновской селекционной станции. Росли объемы скрещиваний лучших сортов и форм мировой коллекции, участились отборы лучших форм в гибридных питомниках, и в конкурсном сортоиспытании испытывалось свыше 100 номеров, но выделить сорт, который имел бы более высокую зимостойкость, устойчивость к полеганию, менее бы поражался ржавчиной и давал бо́льшую прибавку урожая по сравнению с высеваемыми сортами, не удавалось.

Надо было искать новые пути и методы в селекции, требовался исходный материал, богатый и хорошо приспособленный к местным природным условиям.

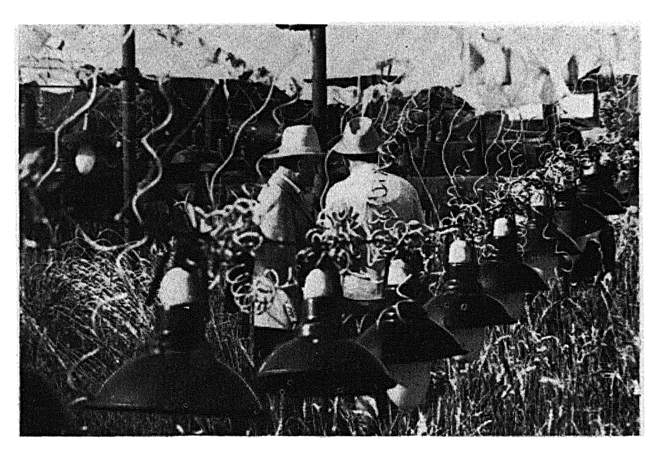
С 1949 г. на Мироновской селекционной станции приступили к созданию исходного материала путем расшатывания наследственности — превращения яровых форм пшеницы в озимые. Этот метод получения исходного материала не был изучен, и потребовались многие годы, чтобы отыскать пути такой переделки. В первые годы было высеяно несколько сортов яровой пшеницы в разные осенние сроки. На третий год пересева сохранившихся растений после перезимовки мы установили появление новых форм, которые имели укороченный стебель, колос, свободный от поражения ржавчиной, и давали крупное зерно. Среди сохранившихся растений производили отборы лучших экземпляров по хозяйственно-ценным признакам и прежде всего по устойчивости к полеганию и поражению болезнями, по продуктивности колоса.



Вот он — главный хлеб планеты. Фотографии А. В. Коломацкого



Династия мироновских пшениц. В верхнем ряду первая слева — Мироновская 808, четвертая — Ильичевка



Здесь создаются фотомутанты пшеницы

Измененные формы, которые были подвержены в дальнейшем расщеплению, брались для повторных отборов по комплексу тех же признаков. С третьего поколения проводился анализ индивидуально отобранных растений для посева в селекционном питомнике по содержанию белка и клейковины в зерне. Широко изучались закономерности наследования хозяйственно-ценных признаков — морозостойкости, продуктивности и форм и линий, полученных путем перевода ярового типа растений в озимый. Такой метод селекции в сочетании с направленным отбором позволил создать качественно новый сорт озимой пшеницы интенсивного типа — Мироновская 264.

Этот сорт, как более урожайный (на 4—6 ц/га) по сравнению с районированным сортом Белоцерковская 198, быстро распространился в производстве и уже в 1963 г. был районирован во многих областях Украины, Молдавии, Ростовской и других областях РСФСР. Площади его посева в 1965 г. составляли в СССР 1,9 млн. га, в том числе на Украине — 1,7 млн. га. Дальнейшее распространение сорта приостановилось с внедрением в производство другого сорта мироновской селекции — Мироновская 808, значительно превосходящего Мироновскую 264 по урожайности, зимостойкости, отзывчивости на высокий агрофон.

Мироновская 808 — шедевр советской и мировой селекции. Он весьма пластичен, о чем свидетельствует его широкое распространение в самых различных природных зонах СССР и зарубежных странах. Достаточно отметить, что Мироновская 808 районирована более чем в 80 областях и краях страны и одно время занимала в СССР площадь 8 млн. га. Затем посевные площади под сортом Мироновская 808 начали несколько сокращаться в связи с районированием других новых сортов, в том числе мироновской селекции — Юбилейной и Ильичевки.

Быстрый и широкий выход Мироновской 808 на колхозные и совхозные поля был обусловлен высокой ее урожайностью, достигающей на государственных сортоучастках 70—80 ц/га, а в условиях производства 40—50 ц/га и более. Внедрение этого сорта позволило значительно повысить урожайность пшеницы на Украине, в центрально-черноземных областях, нечерноземной зоне РСФСР, в Белоруссии и в ряде других районов страны. В некоторые годы девятой пятилетки многие области Украины собирали в среднем по 35—36 ц/га зерна.

Сорт Мироновская 808 благодаря своей высокой зимостойкости продвинулся далеко в восточные районы страны (Северный Казахстан, Западная Сибирь, Алтайский край). В ряде хозяйств Кустанайской области при специальной агротехнике (посев по чистому кулисному пару) получают урожай зерна — 25—30 ц/га, а в отдельных хозяйствах — 48 ц/га.

Успешно используя в практике селекционной работы метод превращения яровой пшеницы в озимую, обеспечивающий получение высокопродуктивных форм с повышенной зимостойкостью, мы применяли гибридизацию полученных линий с лучшими высокопродуктивными сортами отечественной и зарубежной селекции. Это дало еще более урожайные высококачественные сорта озимой пшеницы, среди которых особого внимания заслуживает Мироновская юбилейная.

Сорт Мироновская юбилейная выведен методом индивидуального отбора короткостебельных форм из гибридной популяции, которая образовалась при скрещивании линии Лютесценс 106 (полученной из яровой пшеницы) с сортом Безостая 4. Отличительная особенность Мироновской юбилейной — ее сравнительная короткостебельность. Высота соломины составляет 80—95 см, что обеспечивает достаточно высокую устойчивость к полеганию.

Мироновская юбилейная относится к интенсивному типу, обладает достаточно высокими потенциальными возможностями в формировании высокого урожая зерна при отличном его качестве. По трехлетним данным государственного сортоиспытания сорт был взят для районирования, превышая по урожайности Безостую 1 и Мироновскую 808 на 4,3—10,5 ц/га.

Сорт Мироновская юбилейная районирован во многих областях Украины, Северного Кавказа, нечерноземной зоны, Молдавской и Киргизской ССР. Площадь его посева в 1978 г. в нашей стране составляла около миллиона гектаров. В последние годы Мироновская юбилейная получила высокую оценку в ряде социалистических стран и уже занимает, как было сказано, значительные площади в ГДР, Чехословакии, Венгрии.

Используя метод гибридизации, при котором за материнский сорт были взяты линии, полученные изменением яровых в озимые, а за отцовский — лучший константный сорт, мы добились большой гибридной силы, которая не даст снижения в потомстве.

В результате скрещивания сортов Безостая 4 и Мироновская 808, а также последующего направленного отбора был выведен новый сорт озимой пшеницы, названный в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина Ильичевкой.

Благодаря своей высокой продуктивности и отличному качеству зерна сорт Ильичевка получает быстрое распространение в производстве. Площади его посева на Украине и в ряде других районов страны расширились и сейчас занимают около 1 млн. га.

Как уже говорилось, одним из главных направлений современного селекционного процесса становится создание короткостебельных форм. Дальнейший рост потенциала продуктивности сортов озимой пшеницы невозможен без создания нового сортотипа пшеницы на основе короткостебельности. При этом требования к сочетанию большой зимостойкости с высокими качествами зерна ни в коей мере не снижаются.

Однако создание короткостебельных сортов пшеницы — не самоцель. Создание сортов озимой пшеницы да и прочих зерновых культур с более высокими показателями урожайности и другими свойствами и признаками требует четкой постановки поисковых исследований и обобщения накопленного опыта.

Каждый из селекционеров хорошо знает, что создать сам по себе высокоустойчивый к полеганию сорт — не такая уж трудная задача. Самое трудное — сочетать комплекс свойств и признаков, особенно если базой должна служить высокая устойчивость к полеганию, определенная заданной высотой растения.

Многочисленные опыты в нашем институте показали, что оптимальная высота стебля новых сортов озимой пшеницы, обеспечивающая весьма удачное сочетание свойств и признаков, — 80—90 см. Мы исходим как из длительных опытов по направленному изменению яровых форм в озимые, так и из экспериментов, проводимых по различным схемам гибридизации — парным, возвратным, тройным и сложным.

Создание исходного материала на «базовой высоте» растений (80—90 см) обеспечивает получение высоких урожаев новых сортов и линий как в годы с ранней и продолжительной весной, так и с более нормальным ходом погоды. Высокие дозы удобрений и ранняя продолжительная весна, как известно, весьма благоприятны для закладки высокой озерненности, удлинения междоузлий. Установлено, что, как только высота растений становится выше оптимальной и в сплошном посеве достигает 110—118 см (при фактической урожайности 80—88 ц/га), наблюдается довольно сильное полегание. Особенно усиливается полегание растений с такими стеблями при выпадении осадков ливневого характера (40—50 мм в течение 2—4 ч).

Какие методы применяются для создания короткостебельных, высокоурожайных сортов?

Прежде всего — усовершенствованный и качественно дополненный метод направленной переделки яровых форм пшеницы в озимые. При обычном методе — посеве исходных яровых сортообразцов в осенние сроки — длительное время нам не удавалось создать короткостебельные сорта. Мы применили другой метод изменения яровых форм в озимые — двухэтапный. На первом этапе исходные яровые сорта предварительно проращиваются — яровизируются (подчеркиваем: яровизируются) в течение 60—90 дней и высеваются весной. Второе поколение от весеннего посева в тот же год высеваем осенью в оптимальные сроки посева озимой пшеницы. При этом получаем 80—90% озимых форм, которые хорошо перезимовывают, превращаясь в типично озимые.

За сравнительно короткий период с начала проведения опытов по предварительной яровизации исходных яровых сортов и перевода их в озимые было установлено:

1. Различие в выколашивании между вариантами по-разному яровизированных сортов достигает 6—8 дней.

2. В первом поколении появляются формы растений, резко отличающиеся по морфологическим и биологическим признакам от исходного сорта. У сорта Сете Церрос 66, например, выщепляется разновидность Ферругинеум (до 35%), разновидность Эритроспермум (9,7%) и Лютесценс (до 16,1%), в зависимости от вариантов яровизации.

3. Высота растений исходных короткостебельных форм по вариантам яровизации в первом поколении колеблется от 79 до 100 см при высоте в весеннем посеве исходных сортов 75—80 см.

4. Особенно существенны различия в первом и втором поколениях по весу зерна с одного растения. Вес зерен достигает 45,5 и даже 73,4 г (при весе зерен растения-стандарта — сорта Ильичевка — 60,6 г).

Во втором и третьем поколениях удается выделить константные семьи, превышающие по урожайности стандартный сорт на 115—151%, с высотой растений 100—106 см. Изучение измененных потомств в третьем поколении позволило выделить морфологически выравненные семьи с высотой растений 85—100 см, равные или превышающие по зимостойкости районированные сорта Мироновская 808 и Ильичевка.

Применяя предварительную яровизацию, можно получить константные формы уже в третьем поколении (вместо пятого—седьмого, как это наблюдалось при посеве исходных яровых сортов без предварительной яровизации в осенние сроки).

Второй путь создания короткостебельных, вы-

сокопродуктивных сортов — это внутривидовая гибридизация с использованием в качестве источников короткостебельности лучших образцов мировой коллекции, сосредоточенной во Всесоюзном институте растениеводства. Лучшие компоненты для этого — сорта озимой пшеницы Мироновская 808, Мироновская юбилейная, Ильичевка, Кавказ, наиболее удачные линии яровых пшениц из Кении и Индии, измененные в озимые. Они дали нам такие сорта, как Мироновская 10, Мироновская низкорослая, Лютесценс 3298, Лютесценс 3329 (сестринские линии сорта Мироновская 10), Эритроспермум 3018, Эритроспермум 3006 и другие.

Часто мы используем тройные скрещивания по такой, например, схеме: парный гибрид, полученный путем скрещивания сорта мироновской селекции с сортом краснодарской и одесской селекции, подвергается последующему скрещиванию с сортом также мироновской селекции.

Очень важен вопрос о масштабах работы в питомниках. Как и в ряде других учреждений, мы проводим циклы скрещивания, то есть подбор пар для скрещивания по определенному признаку (урожайность, зимостойкость, короткостебельность и т. д.). Например, при селекции на короткостебельность ежегодно проводим не менее 40—60 комбинаций. Во втором гибридном поколении по каждой комбинации изучается 25—80 семей. В зависимости от ценности потомства количество изучаемых семей в селекционном питомнике доводим до 100—150 и более.

В конечном счете, когда созданный в течение 5—6 лет селекционный материал проходит конкурсное испытание, оказывается, что не так уж много сортов участвовало в скрещивании. Известно, что вопросы сортообразующей способности изучены еще недостаточно. Главное в создании исходного материала — удержать в стабильном состоянии его экономическую приспособленность.

Почему мы в Мироновке последовательно включаем в гибридизацию на разных этапах работы лучшие линии и сорта, полученные путем изменения яровых форм в озимые? Как показали многолетние опыты, от такого скрещивания мы получили и получаем экологически приспособленные формы с хорошо выраженной зимостойкостью, продуктивностью и высоким качеством зерна. На каждом последующем этапе целенаправленно «наращиваем» и усиливаем те признаки, которые в конечном счете и характеризуют сорт как богатую биотипами популяцию, призванную быть средством создания нового сорта.

Современная селекция, отдавая большое предпочтение продуктивности, мало внимания уделяла и уделяет повышению белковости зерна. Это привело к тому, что современные сорта, формируя высокий урожай, уступают по содержанию белка и клейковины старым сортам — Украинке, Кооператорке и другим.

Для ведения целенаправленной селекции на качество зерна необходимо знать закономерности наследования качественных признаков, влияние происхождения родительских форм на их наследование, комбинационную ценность скрещиваемых сортов и на этой основе подбирать родительские пары для скрещивания.

В нашем институте проведено изучение наследуемости основных признаков качества зерна в различных комбинациях при скрещивании сортов Мироновская 808, Ильичевка, Аврора, Кавказ. Установлено, что такие показатели качества, как масса 1000 зерен, седиментация (оседание), стойкость теста на фаринографе, смесительная способность муки, объемный выход хлеба, его расплывчатость имеют довольно высокие показатели наследуемости, и отбор по этим признакам может быть довольно эффективным. Содержание же белка и клейковины в зерне, «сила» муки, водопоглотительная способность ее наследственно обусловлены в меньшей степени.

Следовательно, при привлечении в гибридизацию этих сортов для гарантированного получения гибридов с хорошими показателями по слабо наследуемым признакам объем скрещиваний должен быть увеличен, и отбор необходимо вести на основании многолетних данных. Стекловидность зерна сильно подвержена изменениям под влиянием условий выращивания, и отбор по этому показателю вообще малоэффективен.

Установлено, что как при изменении, так и при гибридизации качество зерна получаемых номеров во многом зависит от качества исходных форм. Так, при изменении сортов Западной Европы, отличающихся невысоким качеством зерна, получаются формы с так называемой удельной работой деформации теста, равной 180—250 е. а. (единиц альвеографа) и объемом (объемным выходом) хлеба 500—550 см³ Привлечение для этой цели высококачественных сортов из Мексики, Чили, США позволило получить номера с «си-

сто лет назад

ПЕТЕРБУРГ. В первых числах августа месяца сего года будут производиться близ Петербурга весьма интересные опыты с новыми американскими жатвенными и сноповязальными машинами фирмы «Бакеиз» Эти машины будут жать и одновременно связывать снопы Для землевладельцев эти опыты будут, конечно, иметь большой интерес, так как означенные машины в сравнении с ручной рабочей силой имеют громадное преимущество в скорости работы и дешевизне Ими можно обрабатывать около восьми десятин в день, т. е. столько же, сколько могут исполнить в это же время от 50 до 60 человек.

«Нива», № 32, 1880 г

лой» муки 380—429 е. а., объемом хлеба 600—750 см³.

Аналогичная картина получается и при гибридизации. При скрещивании высококачественных озимых и яровых пшениц обычно создаются гибриды с хорошим качеством зерна. Так, при скрещивании сортов Безостая 1, Мироновская 264, Мироновская 808, Мироновская юбилейная, Ильичевка, Одесская 51 с высококачественными яровыми пшеницами — Саратовская 29, Тетчер, коллекционными номерами из Индии, Кении (формы яровых, измененные в озимые) — ни один гибрид не был отнесен к плохим по показателям качества. «Сила» муки у этих гибридов находится в пределах 280—380 е. а., объем хлеба — 640—700 см³.

Иная картина наблюдается при привлечении в скрещивание сортов западноевропейского экотипа из Франции, Италии, Югославии, Чехословакии или ржано-пшеничных гибридов. Здесь гибриды наследуют, как правило, низкое качество зерна. «Сила» муки у них снижается до 100—200 е. а., а объем хлеба — до 400—550 см³. В этих случаях необходимо очень тщательно контролировать качество зерна данных гибридов, вести жесткий отбор по данным показателям, а часто заранее предусматривать улучшение этих признаков последующими насыщающими скрещиваниями с высококачественными сортами.

Изучение комбинационной ценности сортов по качеству зерна позволило установить, какой сорт лучше всего передает тот или другой признак потомству. Так, для повышения крупности зерна у гибридов в скрещивание следует привлекать сорта Безостая 1, Кавказ, Ильичевка; для повышения белковости — Украинку 246, Ильичевку. Высокую «силу» муки и объемный выход хлеба хорошо передают потомству Мироновская юбилейная, измененные в озимые формы линии сортов яровой пшеницы Саратовская 29, а также сортов из Индии, Кении, Мексики и США.

Селекция высокозимостойких пшениц всегда была одним из главных направлений работы селекционных учреждений страны. Выведенные ранее сорта Алабасская, Гостианум 237, Лютесценс 329, Ферругинеум 1239, Ульяновка, Одесская 16 и Лютесценс 230 и в настоящее время являются эталоном по морозостойкости. Однако уровень их продуктивности резко уступает современным районированным сортам.

Для озимой пшеницы, как уже говорилось, важные признаки — устойчивость растений к вымерзанию, выпреванию, вымоканию, ледяной корке и выпиранию. Объединение в одном генотипе комплексной устойчивости ко всем этим неблагоприятным факторам представляет исключительно сложную задачу. Селекционеры каждой зоны стремятся к тому, чтобы создаваемый сорт был приспособлен прежде всего к местным условиям, то есть надежно противостоял главным неблагоприятным условиям перезимовки конкретного района. Этим определяется и особенность подбора исходного материала для селекции.

Главный признак любого сорта — высокая семенная продуктивность — у озимой пшеницы обычно сопряжен с пониженной зимостойкостью. Наиболее зимостойкие сорта имеют сравнительно низкую урожайность, относятся к сортам экстенсивного типа и получены преимущественно индивидуальным отбором из местных сортовых популяций. Наибольшее число зимостойких сортов приходится на Украину, Поволжье и Сибирь, где условия среды позволяют формировать растения пшеницы зимостойкого типа.

Интенсивная селекция сортов пшеницы в Западной Европе привела к созданию высокоурожайного, с крупным колосом и зерном, но слабозимостойкого типа пшеницы. В ряде случаев эти сорта имеют также низкие или средние хлебопекарные качества.

Данные, полученные мироновскими селекционерами и другими исследователями по изменению цикла развития яровых форм, служат подтверждением гипотезы об усилении морозостойкости пшеницы по мере ее расселения из первичного центра происхождения с теплым климатом в более холодные районы земного шара. В самом деле, в результате лишь нескольких пересевов теплолюбивых яровых сортов осенью в более суровых условиях удается получить озимые формы с ценными для селекции признаками. В этой связи можно сделать предположение о возможности повысить зимостойкость слабозимостойких форм пшеницы путем отбора в суровых условиях, используя методику многократных пересевов в районах с холодными зимами. Это подтверждается тем фактом, что из среднеазиатских сортов Сандомирка, Тейская и других в условиях Поволжья и Северного Кавказа отобраны мировые рекордсмены по морозостойкости Лютесценс 329, Ульяновка и Алабасская. Ценный по зимостойкости сорт пшеницы Альбидум 114 отобран из гибридной комбинации в суровых условиях Поволжья.

Из изложенного выше можно сделать важный для селекции вывод: в сортовых и гибридных популяциях мягкой пшеницы вполне возможно появление таких форм, генотипы которых обеспечивают при определенных условиях среды благоприятный фон для действия мутантных генов высокой зимостойкости.

В селекции интенсивных сортов для условий лесостепи Украины мы придаем особое значение вопросам морозо- и зимостойкости. Применяя метод изменения яровых форм в озимые, в Мироновском институте создали новые высокоморозостойкие сорта, равные районированному сорту Мироновская 808. Очень важно, разумеется, добиться превышения морозостойкости стандар-

та. Используя предварительную яровизацию исходных яровых сортов при изменении их в озимый тип, нам удалось в ряде сортов получить переходные формы с уровнем морозостойкости более высоким, чем при обычном методе изменения. Полученные формы изучаются в контрольном питомнике.

В целях усовершенствования способа перевода яровых в озимые как наиболее действенного метода создания высокозимостойких и сравнительно короткостебельных форм пшеницы в институте разработано и успешно применяется фототермическое воздействие на растения яровых при осеннем посеве. Применение этого метода дало возможность значительно увеличить процент удачной перезимовки первого и последующих поколений в полевых условиях, увеличив его с 1—2 до 60—85%.

Использование различных источников искусственного света (от ламп накаливания до ксеноновых) дало возможность разработать технологическую схему выращивания яровых в сортовом разрезе, что позволило ежегодно получать нужное количество изменяемых форм от каждого исходного сорта. Полученные таким путем озимые формы проходят испытание в различных звеньях селекционного процесса.

В настоящее время весь процесс изменения яровых в озимые проводится в камерах искусственного климата, и предварительные результаты этих исследований дают нам основание говорить о том, что почти из всех изучающихся яровых сортов можно получить озимые формы в искусственных условиях. Мы видим реальную ценность такого метода создания исходного материала для дальнейшей селекции и будем его всемерно разрабатывать дальше и глубже.

Ныне перед Мироновским научно-исследовательским институтом селекции и семеноводства пшеницы поставлена задача государственной важности — создание в нашей стране новых сортов озимой пшеницы с урожайностью 70—90 ц/га и выше.

Важное место в хлебном балансе страны занимает яровая пшеница, посевные площади которой в 2 раза с лишним больше, чем озимой. Трудно даже подсчитать, какой громадный резерв роста валовых сборов зерна в стране заключен в решении главного вопроса селекции яровой пшеницы — повышении ее урожайности до уровня 40—45 ц/га.

В последние годы усилия селекционеров по яровой пшенице, их неустанный поиск принесли свои плоды. Районирована при нашем участии целая плеяда сортов — Саратовская 42, Саратовская 46, Московская 35, Ленинградка, Мироновская яровая, Новосибирская 67, Шортандинская 25, Сибирячка 4, Уральская 52 и другие. Государственное сортоиспытание пополнилось такими сортами, как Саратовская 47, Саратовская 48, Саратовская 49, Омская 6, Омская 9, Тулунчанка, Мироновская ранняя, Дружба и другие.

Можно с уверенностью сказать, что результаты государственного сортоиспытания свидетельствуют о качественно новом этапе в создании интенсивных сортов яровой пшеницы. Весьма ощутима результативность работы научно-исследовательских институтов и опытных станций по этой культуре во всех зонах нашей страны.

По селекции яровой пшеницы наш институт развернул работу недавно (1968 г.). На первом этапе работы параллельно с внутривидовой гибридизацией применялся и прежний метод расшатывания наследственности — перевод озимых форм в яровые. За сравнительно короткий период уже в 1974 г. в государственное сортоиспытание был передан сорт Мироновская яровая. Сорт выведен путем изменения озимого сорта Мироновская 808 в яровую форму. Испытание нового сорта показало, что он обеспечивает получение урожая 40—65 ц/га.

В течение 1975—1978 гг. Мироновская яровая наряду с государственным испытанием во многих областях страны проходила и производственное испытание в колхозах Киевской, Черкасской и Винницкой областей Украины. Так, в колхозе имени Федоренко Каневского района Черкасской области ее урожай составил 63 ц/га, в совхозе «Верхнячский» Христиновского района — 54 ц/га. Этот сорт районирован в 1978 г. по Киевской области и признан перспективным для ряда других областей.

Методом изменения озимых форм в яровые за последние годы в институте создан качественно новый исходный материал из таких сортов, как Мироновская 808, Мироновская юбилейная, Безостая 1, Ильичевка, Кавказ, Ранняя 12. Получены линии, равные и превышающие по урожаю сорт Мироновская яровая.

Новый этап в селекционной работе отмечен совершенствованием методики изменения озимых форм в яровые. Для этого применили дву-и трехкратную яровизацию исходных озимых сортов — 90—60 и 30 дней. Такая методика позволила резко расширить изменчивость материала. В результате проработки селекционного материала удалось из сортов Ранняя 12, Аврора, Безостая 1, Ильичевка, Мироновская 808, Мироновская юбилейная, Велютинум 27 и другие выделить линии, урожайность которых в контрольном питомнике достигала 62—77 ц/га.

Интересно отметить, что методом направленного изменения озимых форм в яровые получены линии, которые по урожаю зерна превышали стандарт (сорт Мироновская яровая) на 2,7—11,5 ц/га.

Большой интерес представляет яровая линия сорта Ранняя 12 — Мироновская ранняя, которая при высоте растений 85 см превысила по уро-

жайности сорт Мироновская яровая на 9,2 ц/га. Таким образом, воздействием условий внешней среды можно изменять природу многих хозяйственно-ценных признаков.

Широко привлекаются для создания нового исходного материала путем гибридизации с короткостебельными яровыми сортами районированные и перспективные сорта озимой пшеницы. Особенно выделяются по комплексу свойств и признаков гибриды таких комбинаций, как Сете-Церрос 66 и линии яровых форм, измененные в озимые сортов Лютесценс 2891, Лютесценс 3067, а также комбинации Ред Ривер 68 и Мироновская 808, Верлд Сидз 1877 и Ильичевка и др.

В результате опытов по изменению озимых форм в яровые и гибридизации яровых сортов с озимыми в институте создан новый исходный материал, позволяющий успешно осуществлять программу выведения в ближайшие годы сортов яровой пшеницы с урожайностью 60—70 ц/га.

Известно, что каждому сорту присущи свои определенные биологические свойства, и в первую очередь — реакция на условия произрастания. Поэтому лучшие результаты при выращивании озимой и яровой пшеницы можно получить только при применении комплексных мероприятий сортовой агротехники, обеспечивающих максимальное использование потенциальных возможностей сорта. Таким образом, величина, стабильность урожаев пшеницы находится в прямой зависимости от целой системы агротехнических приемов: системы обработки почвы, норм и сроков внесения минеральных удобрений, сроков, качества и норм высева семян, предшественника и т. п. Особенность мироновских сортов — относительно высокая их урожайность и отзывчивость на повышенные нормы внесения туков.

Используя современные методы, мироновские селекционеры работают над созданием сортов озимой пшеницы с многозерным колосом, способной давать урожай зерна при современной агротехнике в 100 и больше центнеров с гектара.

МИРЗА-АЛИ ВАЛИЕВИЧ МУХАМЕДЖАНОВ (р. 1914) — агроном-растениевод, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик АН Узб. ССР, заслуженный деятель науки Узб. ССР,

заведующий лабораторией экологии культурных растений Института экспериментальной биологии растений АН Узб. ССР.

Родился в Ферганской области Узбекской ССР в семье крестьянина. В 1931—1935 учился в Самаркандском сельскохозяйственном институте, после окончания которого работал главным агрономом МТС.

В 1938—1939 проходил аспирантуру во Всесоюзном научно-исследовательском институте хлопководства (СоюзНИХИ) и в 1940 защитил кандидатскую диссертацию.

В 1941—1945 работал первым заместителем наркома Госконтроля Узб. ССР, а в 1946—1950 — министром земледелия, министром совхозов республики. В 1948—1951 — возглавлял по совместительству созданный по его инициативе в системе Академии наук Узб. ССР Институт сельского хозяйства (ныне Институт экспериментальной биологии растений).

В 1952 избирается академиком и главным ученым секретарем Президиума АН Узб. ССР.

В 1953—1960 был вначале министром сельского хозяйства, затем заместителем председателя Совета Министров Узбекской ССР.

В 1962 защитил докторскую диссертацию «Севообороты и углубление пахотного слоя почвы в районах хлопководства».

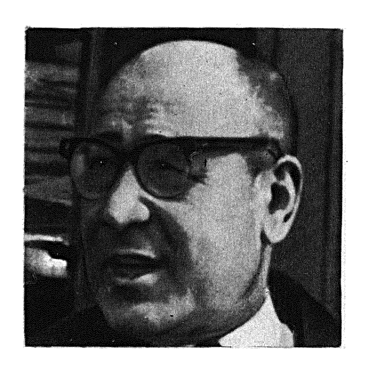
В 1963—1967 — директор Института экспериментальной биологии растений (ИНЭБР) АН Узб. ССР, в 1967—1970 — советник правительства Афганистана по вопросам сельского хозяйства, в 1971—1972 — директор Среднеазиатской опытной станции Всесоюзного института растениеводства им. Н. И. Вавилова, в 1972—1977 — советник по сельскому хозяйству посольства СССР в Индии. С 1977 работает заместителем председателя Президиума Среднеазиатского отделения ВАСХНИЛ.

М. В. Мухамеджановым опубликовано 168 научных и научно-популярных работ, из них 12 монографий, ряд работ напечатан за рубежом.

Он — главный редактор четырехтомной монографии «Хлопчатник» (1952—1959), ответственный редактор ряда других научных изданий.

Темы научных исследований М. В. Мухамеджанова — агротехника и биология развития хлопчатника, люцерны, кукурузы и других культур, севообороты, рациональное использование и повышение плодородия орошаемых земель. Им научно разработаны и внедрены в производство важные приемы агротехники хлопчатника и других культур, рациональные хлопково-люцерновые севообороты, глубокое рыхление почвы и др. В колхозах и совхозах внедряется разрабатываемая М. В. Мухамеджановым новая система земледелия, способствующая коренному повышению (на 40—50%) плодородия орошаемых почв, увеличению урожайности хлопчатника и других культур хлопкового севооборота.

Неоднократно избирался депутатом Верховного Совета Узбекской ССР. Награжден орденами Ленина, Трудового Красного Знамени и «Знак Почета», рядом медалей, а также орденом Афганистана «Звезда I степени».



МИРЗА-АЛИ ВАЛИЕВИЧ МУХАМЕДЖАНОВ

Хлопководству — новую систему земледелия

Хлопчатник — исключительно ценная техническая культура. По многообразию вырабатываемых продуктов он занимает главное место среди других культурных растений. Эта культура выращивается главным образом из-за волокна, но служит развитию не одной только текстильной промышленности. Хлопковые семена — источник получения ценного пищевого растительного масла. Они перерабатываются также в маргарин, мыло, глицерин и другие товары. Из отходов хлопкоочистительной и маслобойной отраслей получают целлюлозу, спирт, производят лаки, краски, изоляционные материалы, синтетические волокна, кинопленки, линолеум и т. д. Хлопковый жмых и шелуха — прекрасный корм для скота. Из семян и шрота (продукта, получаемого после извлечения масла) теперь добывают пищевой белок, близкий по своим качествам к молочному. Стебли употребляются в производстве бумаги, картона, дубителей, а также находят широкое применение в изготовлении строительных плит и в качестве топлива. Листья хлопчатника используются для выработки лимонной, уксусной и яблочной кислот. Этот перечень будет не полным, если не назвать еще одного достоинства хлопчатника — его медоносности. Хлопковые плантации могут стать и уже становятся огромной пасекой, дающей немалый доход от производства высокоценного пчелиного меда.

Хлопчатник по своим биологическим особенностям — тепло- и светолюбивое растение. Поэтому его возделывание приурочено к районам с теплым климатом (между 35° южной и 44° северной широты). Хлопчатник ныне культивируется в Азии, Северной и Южной Америке, Африке, Австралии, Южной Европе — 60 странах мира.

Крупным производителем хлопка является СССР. Хлопчатник возделывается в Узбекской ССР, Таджикской ССР, Туркменской ССР, Азербайджанской ССР, в южных районах Киргизской ССР и Казахской ССР на площади 2 млн. 992 тыс. га. Хлопководство здесь зародилось еще задолго до нашей эры, но полного расцвета оно достигло после установления Советской власти.

Уже 17 мая 1918 г. В. И. Ленин подписал Декрет об ассигновании 50 млн. руб. на оросительные работы в Туркестане. Некогда безжизненные Голодная и Дальверзинская степи на площади более 650 тыс. га превратились ныне в огромный цветущий край. В результате всесторонней помощи Советского государства, оказанной хлопкоробам, уже к 1928 г. в стране довоенный (1913 г.) уровень (744 тыс. т хлопка) был превзойден, а в 1931 г. производилось уже более 1 млн. 270 тыс. т хлопка-сырца. С 1932 г. завоз хлопка из-за границы был прекращен и потребность страны в хлопке стала обеспечиваться за счет собственного производства. Объем производства хлопка-сырца по Советскому Союзу к 1977 г. достиг 8,76 млн. т при средней урожайности 29,3 ц/га.

Особенно большое развитие хлопководство получило в Узбекистане, превратившемся в основную хлопковую базу СССР, где ныне производится 65% общесоюзного хлопка. В 1913 г. здесь производилось всего 429 тыс. т, а в 1977 г. хлопкоробы собрали 5 млн. 678 тыс. т «белого золота», урожай соответственно возрос с 12,2 до 31,6 ц/га. Многие колхозы и совхозы получают по 40—45 ц/га хлопка-сырца, а отдельные полеводческие бригады — 50—55 ц/га и более.

В СССР темпы производства хлопка много быстрее, чем в капиталистических странах. В настоящее время по урожайности и валовому сбору Советский Союз опережает все страны мира. Это

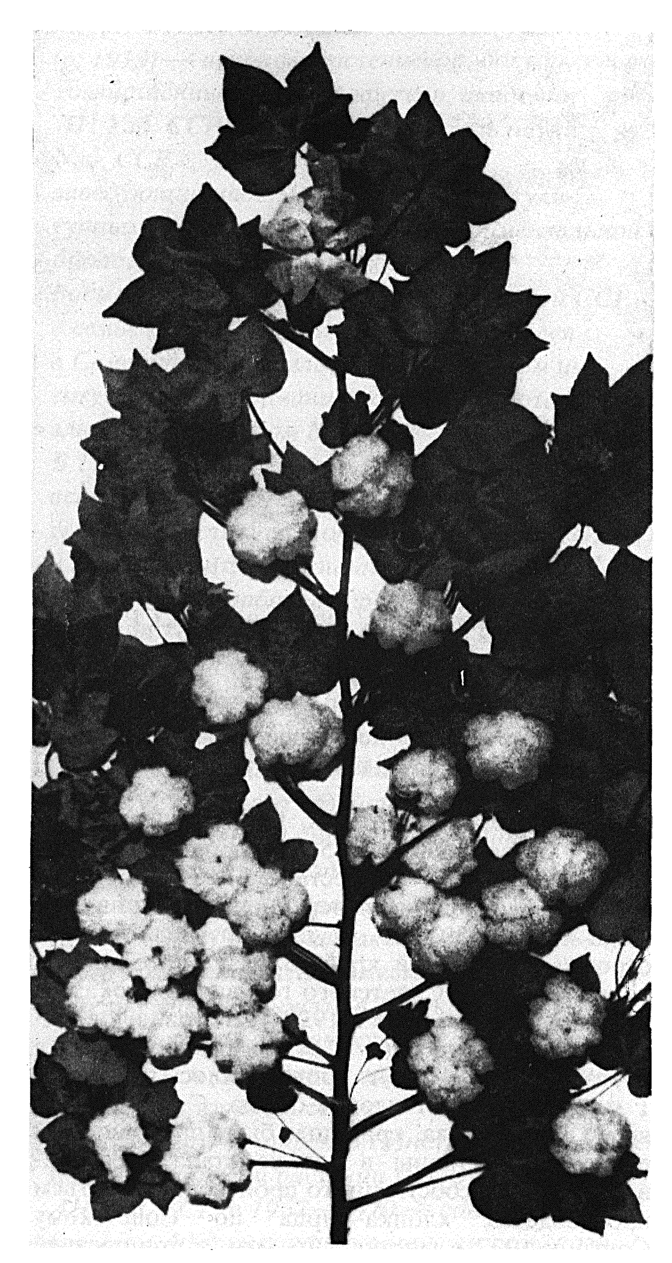


Рис. 1. Куст хлопчатника — средневолокнистый сорт Ташкент-1

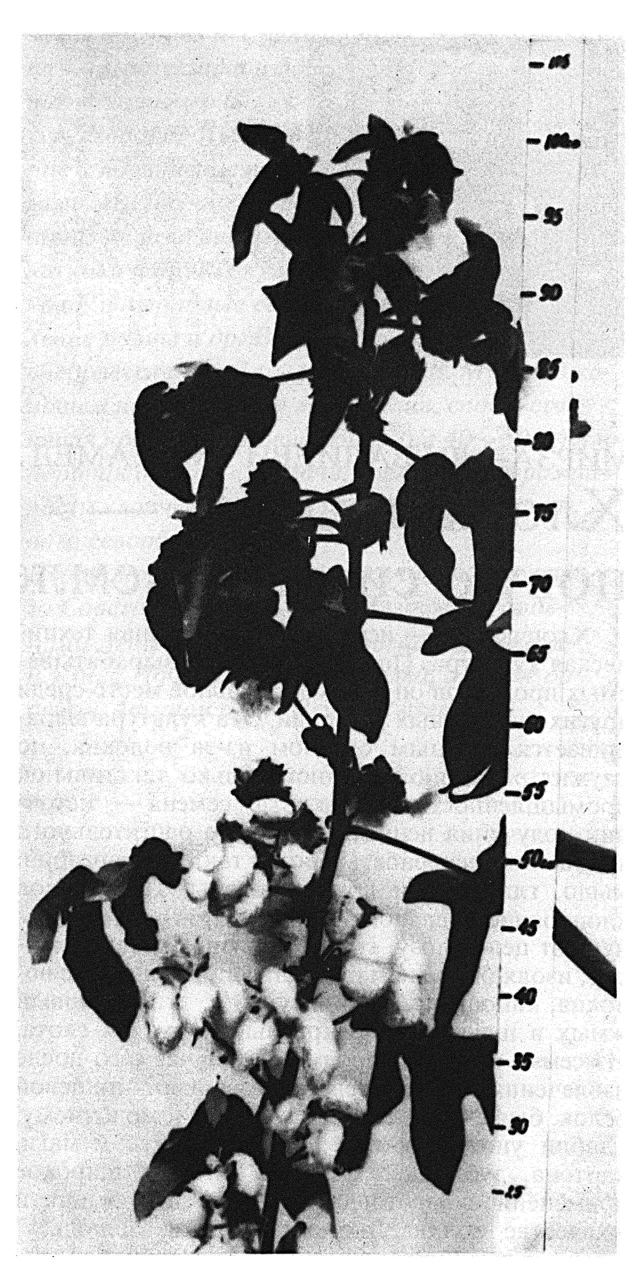


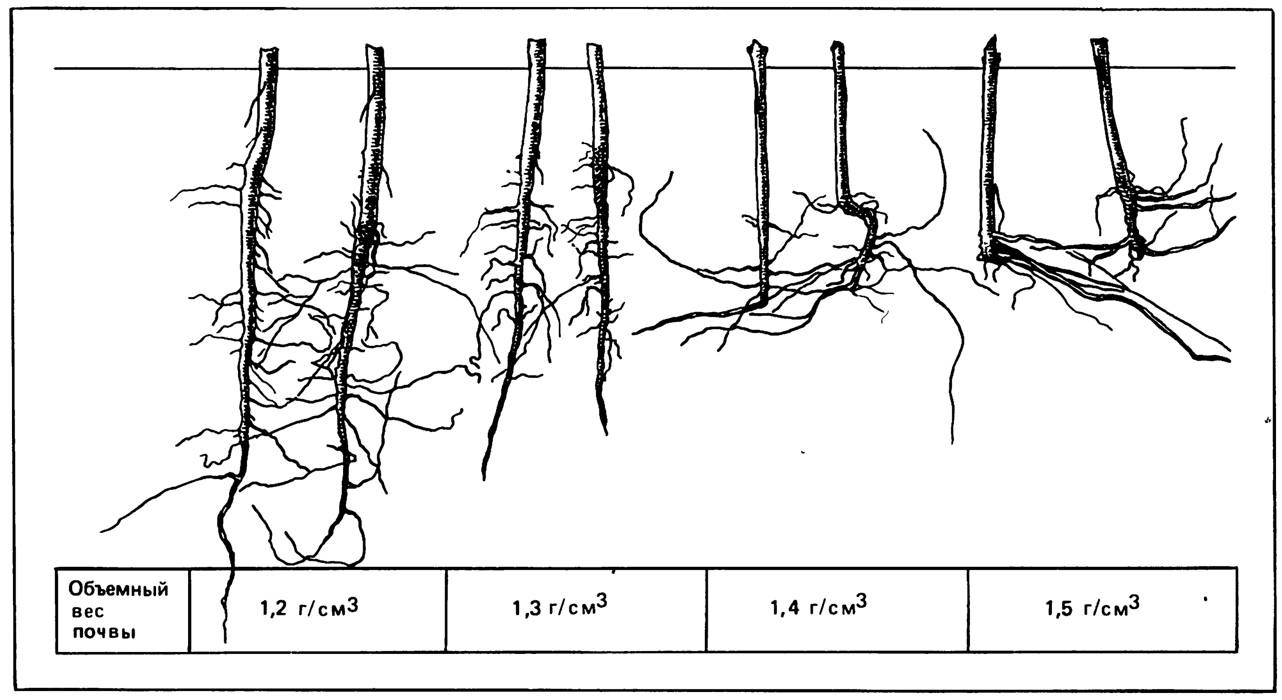
Рис. 2. Куст хлопчатника — тонковолокнистый сорт С-6037

Рис. 3. Сбор урожая хлопкоуборочными комбайнами в бывшей Голодной степи

Рис. 4. Развитие корневой системы хлопчатника в зависимости от различных условий плотности сложения почвы

связано с ростом индустриального могущества страны, непрерывным оснащением хлопководческих колхозов и совхозов техникой, с развитием ирригационных и мелиоративных работ, производством минеральных удобрений и средств защиты урожая от болезней и сельхозвредителей, повышением уровня руководства, организаторской деятельности специалистов и мастерства хлопкоробов.

Большая роль в становлении и дальнейшем развитии хлопководства по праву принадлежит и сельскохозяйственной науке. Успехи ее позволили за короткий срок внедрить в хлопководство


Объемный вес почвы
1,2 г/см3
1,3 г/см3
1,4 г/см3
1,5 г/см3

высокоурожайные средне- и тонковолокнистые сорта хлопчатника, выведенные нашими селекционерами взамен завозимых или малопродуктивных местных сортов с низким качеством волокна. В СССР проведена пятая сортосмена хлопчатника на базе отечественной селекции, способствовавшая существенному росту урожая хлопка и повышению его качества. Длина волокна, например, увеличилась с 26—28 до 33 мм и более, вес коробочки — с 4—5 до 6—7 г, выход волокна — с 28—30 до 35—36% и более. Были внедрены в производство такие отечественные сорта, как 108-ф, 138-ф, 149-ф, 153-ф, С-4727 и др. В последние годы на большой посевной площади возделываются вилтоустойчивые сорта средневолокнистого хлопчатника из группы Ташкент (рис. 1).

Значительные успехи достигнуты и в селекции тонковолокнистых сортов, обладающих наиболее высокими технологическими качествами волокна — 5904-И, С-6030, С-6037, Т-4 и др. (рис. 2).

Поставлено на научную основу семеноводство хлопчатника. Наукой разработаны и внедряются в производство рациональные хлопко-люцерновые севообороты, способы получения 50—55 и более центнеров урожая с гектара, прогрессивные технологии возделывания хлопчатника.

Хлопководство ныне — высокомеханизированная отрасль сельского хозяйства. Почти полностью механизированы все основные виды работ по возделыванию этой культуры. В 1977 г. хлопкоуборочными машинами (рис. 3) собрано 53% валового сбора хлопка-сырца по стране, в Узбекистане — более 63%, а во многих хозяйствах механизирован весь процесс уборки. В результате резко сокращается время уборки, снижаются затраты, повышается производительность труда. На хлопковых полях страны работает более 48 тыс. хлопкоуборочных комбайнов, 17,3 тыс. ворохоочистителей, 17 тыс. тракторных прицепов, около 10 тыс. механических погрузчиков и 255 тыс. тракторов.

Широко применяются средства химической защиты от сорняков, вредителей и болезней; в последние годы все больше внедряются биометоды.

Хлопковые поля получают во все возрастающих масштабах минеральные удобрения. Если в 1940 г. годовая норма азота и форфора в питательных веществах была по республике на уровне 47 и 54 кг/га, то в 1977 г. соответственно — 220 и 140 кг/га.

Проведены и проводятся грандиозные работы по дальнейшему расширению орошаемых площадей, мелиорации земель, коренной реконструкции существующей ирригационной сети и другие мероприятия.

* * *

Главное направление аграрной политики КПСС на современном этапе, как определил июльский (1978 г.) Пленум ЦК КПСС, — интенсификация сельскохозяйственного производства на основе всемерной механизации, химизации и мелиорации земель. Это в полной мере относится и к хлопководству, в связи с чем перед сельскохозяйственной наукой стоит, например, неотложная задача — в ближайшие годы разработать комплекс мероприятий, обеспечивающий получение с каждого гектара посевов по 70—80 ц средневолокнистого и 40—45 ц тонко-

сто лет назад

ФРАНЦИЯ. Передача механической работы при посредстве электрического тока все более и более обращает на себя внимание промышленников и сельских хозяев Г. Менье на своей Нуазельской ферме (недалеко от Парижа) с полнейшим успехом и выгодой пашет при помощи электричества свои поля двигательная сила ближайшей фабрики приводит во вращение первую динамоэлектрическую машину Грамма, ток которой передается по проводникам на несколько верст в поле, где вторая машина Грамма двигает плуг при посредстве приборов, подобных тем, которые употребляются при паровом пахании

«Электричество», № 1, 1880 г

ЖЕНЕВА. При обработке склонов полей обыкновенное ярмо представляет значительные неудобства оно перекашивается, пригибает одного вола к земле, поднимает голову другого, волы вследствие этого тянут каждый в свою сторону, скользят, падают и получается плохо обработанная пашня Во Франции, где дорожат каждым клочком земли, употребляют в этих случаях вместо обыкновенного ярма — коленчатое складное Каков бы ни был склон обрабатываемого участка поля, ярмо останется на холке каждого вола в том же положении, в каком оно находилось при работе на ровной степи

«Еженедельное новое время», № 62, 1880 г

США. Известно, какие мастера американцы строить проекты В прошлом году один из них предлагал искусственно вызывать дождь, взрывая электричеством на значительной высоте в атмосфере динамит, поднятый туда на небольших воздушных шарах в легких корзинах Это образовало бы воздушные течения, смешение нагретых и холодных слоев воздуха, охлаждение паров и их оседание и, наконец, дождь

«Мысль», №11, 1880 г

ФРАНЦИЯ Полагают, что бенедиктинский монах Перигнон, изобретатель способа приготовления шипучих вин, первый применил пробковое дерево для закупоривания бутылок в конце XVIIстолетия Во всяком случае древним римлянам и грекам не были известны наши бутылочные пробки Для закупорки своих глиняных и стальных сосудов эти народы употребляли оловянные мундштуки Но чаще всего как у древних, так и в средние века до изобретения пробок бутылки закупоривались просто куском намасленной пакли

«Технический сборник», № 3, 1880 г

волокнистого хлопка. Культура хлопчатника имеет полную потенциальную возможность для накопления не только таких, но и значительно больших урожаев. Об этом свидетельствует опыт выращивания хлопчатника в условиях гидропоники, где урожайность достигает 150 ц/га.

Дальнейшее увеличение производства хлопка и продукции животноводства требует разработки и внедрения эффективных приемов использования орошаемых земель, дальнейшего повышения их плодородия. Жизнь настоятельно требует перехода от экстенсивного к интенсивному производству, к интенсивному использованию земель.

Одна из крупных проблем в интенсификации земледелия и повышения урожайности сельскохозяйственных растений — увеличение мощности пахотного слоя путем вовлечения в сельскохозяйственный оборот нижних подпахотных слоев почвы, окультуривания и, следовательно, дальнейшего освоения уже освоенных земель. Это имеет особенно большое значение для районов орошаемого хлопководства.

Применяемый и используемый ныне в орошаемой зоне пахотный слой в пределах 30 см не только недостаточен для дальнейшего увеличения урожайности хлопчатника, люцерны, кукурузы и других сопутствующих культур хлопкового севооборота, но и не отвечает их биологическим требованиям.

Дело в том, что нынешние орошаемые почвы (преимущественно суглинистые и глинистые) окультуривались на протяжении многих лет путем применения искусственного орошения, интенсивной обработки, внесения большого количества органических и землистых (неорганических) удобрений. Ежегодное наращивание почвы в течение длительного времени привело к образованию мощного агроирригационного слоя, достигающего во многих районах 1—2, в отдельных местах 3 м и более. Этим обусловлены его сравнительная однородность и слабо выраженная разграниченность его горизонтов по механическому составу, содержанию гумуса и карбонатов орошаемых почв. Такие почвы содержат большое количество ценных питательных элементов не только в верхнем пахотном, но и в подпахотном горизонтах.

Следовательно, орошаемые почвы располагают большими потенциальными возможностями для повышения урожайности сельскохозяйственных растений. Этому способствуют также обилие солнечной радиации, длительный вегетационный период, интенсивная обработка, высокая биогенность и т. д. При наличии перечисленных факторов, а также применении современной агротехники и ведении земледелия на научной основе производительную способность орошаемых почв можно поднять на высокую ступень.

Однако в результате оседания под собственной тяжестью, промывных и вегетационных поливов, ежегодной вспашки на одну и ту же глубину (25—35 см), многократного прохождения тракторов, сельскохозяйственных машин и других причин подпахотные горизонты сильно уплотняются, их объемный вес достигает 1,4—1,6 г/см³ и более. Такое плотное сложение в большей или меньшей мере простирается почти на всех орошаемых почвах по всей глубине воздействия оросительной воды, т. е. до 60—80 см и более.

Плотные подпахотные слои с объемным весом 1,4 г/см³ и более характеризуются исключительно неблагоприятными водно-физическими и химическими свойствами, низкой биогенностью; имеющиеся в них питательные элементы находятся в трудноусвояемой или неусвояемой формах. Здесь сильны препятствия впитыванию и накоплению воды, проникновению корней растений в глубокие слои почвы (рис. 4). Это ограничивает использование растениями больших запасов ценных питательных элементов, содержащихся в нижних слоях.

На почвах с уплотненными подпахотными горизонтами корни растений развиваются, главным образом, в пахотном слое, подверженном частому иссушению в знойный летний период. В результате на таких плотных почвах, как показывают наши многолетние лабораторные и полевые опыты, урожай снижается до 25—40% и более.

Следовательно, плотные подпахотные горизонты на огромной площади орошаемых земель мало участвуют или не участвуют в создании урожая сельскохозяйственных культур — фактически лежат мертвым капиталом.

Нами экспериментально установлено, что для нормального роста и развития хлопчатника, кукурузы и люцерны требуется плотность сложения почвы по объемному весу 1,2—1,3 г/см³, предельная плотность — 1,35 г/см³. При такой плотности обеспечивается лучший водный и питательный режим и высокая микробиологическая активность почвы. Если подпахотным слоям почвы придать оптимальную плотность, то их хорошая водообеспеченность и значительные запасы питательных элементов позволяют хлопчатнику, люцерне и кукурузе развивать мощную и глубоко проникающую корневую систему (до 1,5—2 м и более), охватывать ею значительно больший объем почвы, а следовательно, больше и лучше усваивать элементы питания. Растения при этом меньше ощущают сильные колебания температур и недостаток влаги в летний период, так как используют ее из нижних слоев. В результате ускоряется рост, развитие и повышается их урожайность.

В этом направлении коллектив лаборатории экологии культурных растений Института экспериментальной биологии растений АН Узб. ССР начиная с 1958 г. проводит разносторонние

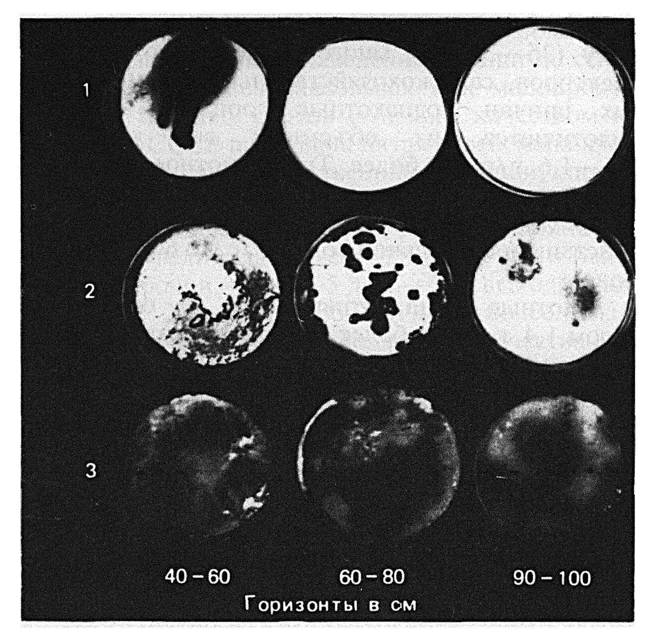


Рис. 5. Развитие азотобактера в подпахотных горизонтах в зависимости от глубины рыхления почвы: 1 — при обычной вспашке; 2 — при рыхлении на глубину 50 см; 3 — при рыхлении на глубину 80 см

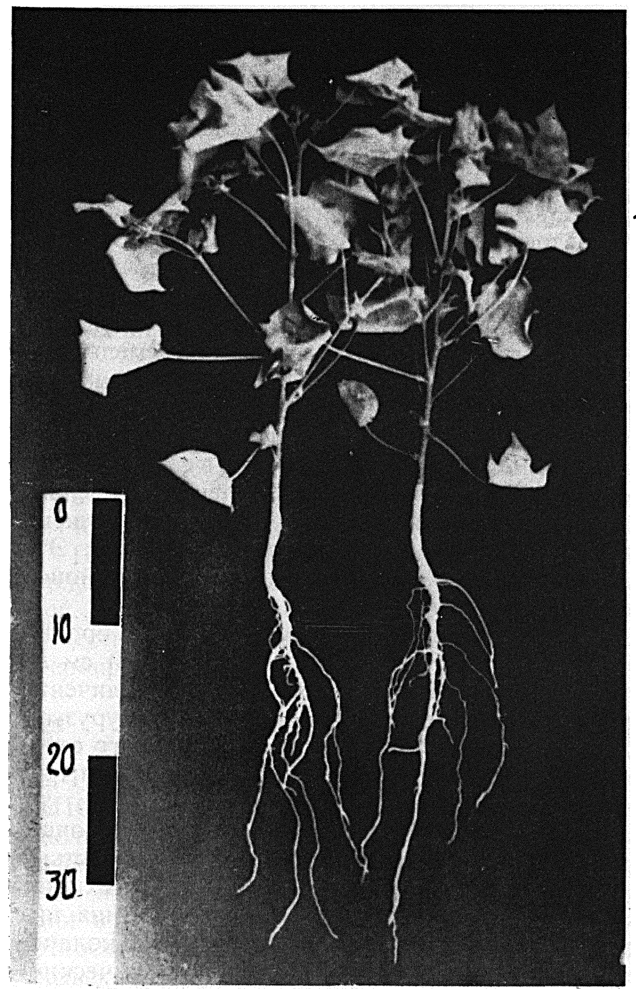


Рис. 6. Развитие хлопчатника в фазе массовой бутонизации при вспашке на глубину 30 см

Рис. 7. Развитие хлопчатника в фазе массовой бутонизации при вспашке на глубину 30 см + рыхление на 20 см. Общая глубина обработки почвы — 50 см

исследования, результаты которых послужили основанием для увеличения мощности пахотного слоя и ныне находят все большее применение в практике хлопководства.

Наши работы показывают, что плотные подпахотные слои орошаемых земель — вторая нетронутая целина, в освоении которой заложен крупный резерв повышения урожайности хлопчатника, люцерны, кукурузы и других культур.

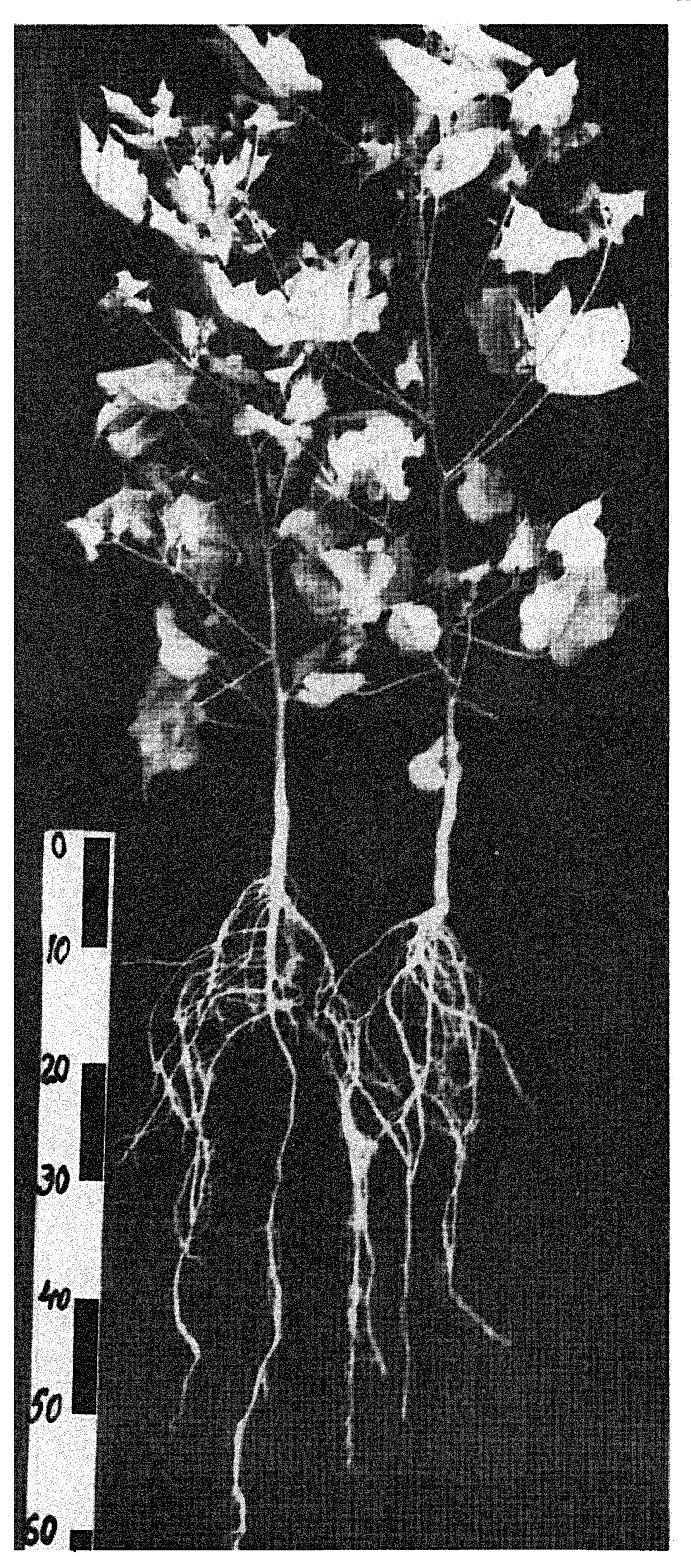
Плотные подпахотные слои орошаемых почв можно сделать водо- и корнепроницаемыми, в значительной мере биологически активными путем рыхления их без оборота пласта на 50—60 см и более в сочетании с обычной вспашкой на 25—30 см.

По данным многолетних исследований нашей лаборатории, глубокое рыхление вносит коренные изменения в природу подпахотных слоев почвы. Оно снижает плотность подпахотных слоев, повышает их водопроницаемость, влагоемкость, увеличивает запасы влаги от атмосферных осадков, во много раз усиливает микробиологические процессы, особенно интенсивно — развитие азотобактера (рис. 5), увеличивает накопление органических веществ за счет корневых остатков, а также образование легкорастворимых форм азота и фосфора. В результате обеспечивается мощное и глубокое развитие корневой системы, а следовательно, и надземной части хлопчатника, увеличивается накопление урожая (рис. 6, 7 и 8).

Положительное влияние глубокого рыхления на свойства почвы и урожайность хлопчатника не ограничивается лишь годом рыхления, а продолжается в последующие 4—5 лет. При этом чем плотнее подпахотные слои и глубже рыхление, тем больше прибавки урожая и продолжительнее его последействие.

По данным наших полевых опытов, рыхление почвы на глубину 50—60 см в сочетании с обычной вспашкой на 30 см с оборотом пласта в первый год повышает урожай хлопка-сырца по сравнению с обычной вспашкой в среднем на 3—4 ц/га, а при рыхлении на 75—80 см — на 5—7 ц/га. С учетом последействия прибавка урожая достигает соответственно 8,0 и 16,0 ц/га.

Положительное влияние рыхления на указанные глубины усиливается при сочетании его с послойным внесением органоминеральных удобрений, в том числе и в разрыхленный подпахотный слой: урожай хлопка-сырца увеличивается еще на 1,5—2 ц/га.



В одном из наших опытов от однократного проведения глубокого рыхления на 60 см за 4 года была получена прибавка урожая на 8,4 ц/га, при сочетании его с послойным внесением удобрений (на 15, 30 и 60 см) — на 13,5 или 5,1 ц/га больше. Увеличение урожая при послойном внесении удобрений связано с повышением использования вносимых минеральных удобрений вследствие лучшего увлажнения и сохранения влаги и наибольшего развития мелких деятельных корешков в подпахотном слое.

Прием почвоуглубления наиболее эффективен при ежегодном его проведении на одном и том же поле. В этом случае прибавка урожая хлопка-сырца почти удваивается. Так, за 4 года выращивания хлопчатника на фоне ежегодного глубокого рыхления на 50 см в сочетании с обычной вспашкой на 30 см общая прибавка урожая составила 13,2 ц/га, при рыхлении же на глубину 80 см — 23,9 ц/га.

Как показали наши дальнейшие исследования, глубокое рыхление, проводимое непосредственно не под хлопчатник, а под посевы люцерны, еще больше усиливает влияние найденного приема на свойства, окультуривание и освоение плотных подпахотных горизонтов, а положительное последействие удлиняется до 7 и более лет.

В этих условиях люцерна в течение 2—3-летнего стояния формирует развитую корневую систему не только в пахотном, но и в подпахотном горизонтах почвы. Все это намного улучшает физические и химические свойства почвы, активизирует микробиологические процессы, повышает содержание гумуса по сравнению с посевами люцерны на фоне обычной вспашки на 0,2—0,5% к весу почвы. В результате увеличивается урожай не только кормовых культур, но и хлопчатника при возделывании его на распаханных люцерниках.

По данным одного из наших опытов, за 3 года выращивания люцерны с кукурузой выход кормовых единиц возрос при рыхлении почвы на 60 см на 5,4 тыс., на фоне почвоуглубления на 60 см в сочетании с послойным внесением удобрений — на 8,2 тыс., при рыхлении на 80 см — на 9,3 тыс. по сравнению с обычной вспашкой на 30 см (контроль). Таким образом, почвоуглубление под посев кормовых культур обеспечило увеличение выхода кормовых единиц по отношению к обычной вспашке соответственно по вариантам — на 11,6; 17,6 и 19,9%.

Использование же фона люцерны под посев хлопчатника в течение 4 лет позволило получить дополнительно (при рыхлении на 60 см) 10,8 ц/га; рыхление на ту же глубину с послойным внесением удобрений увеличило урожай на 15,2, а рыхление на 80 см — на 20,4 ц/га хлопка-сырца против контроля.

Положительное действие и последействие глубокого рыхления под посев люцерны объясня-

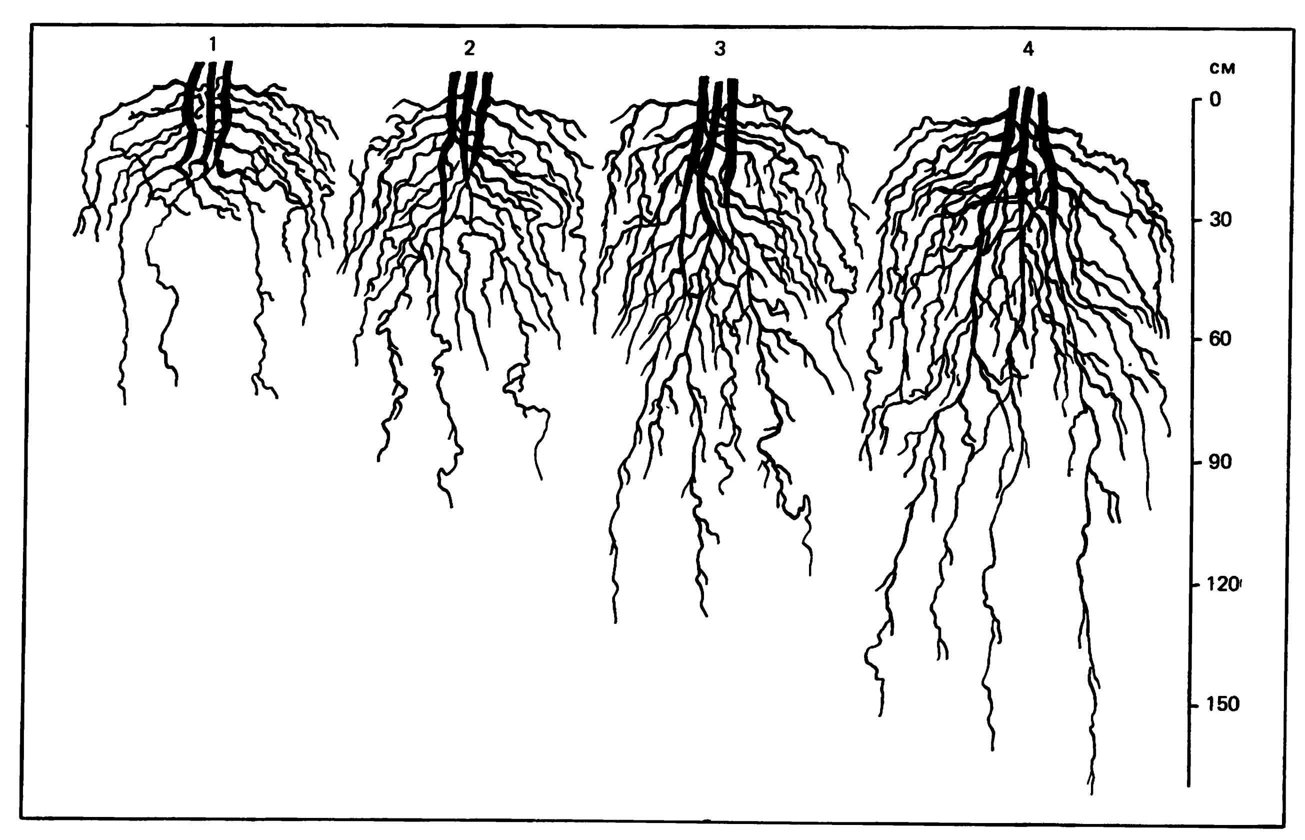


Рис. 8. Развитие корневой системы хлопчатника в конце вегетации в зависимости от глубины рыхления почвы: 1 — вспашка на 30 см; 2 — вспашка на 30 см + рыхление на 10 см или на общую глубину (40 см); 3 — вспашка на 30 см + рыхление на 30 см или на общую глубину (60 см); 4 — вспашка на 30 см + рыхление на 45 см или на общую глубину (75 см)

ется не только большим накоплением корневой массы, но и более продолжительным при этом сохранением сравнительно рыхлого сложения почвы в разрыхленных подпахотных горизонтах. Так, в этих условиях объемный вес подпахотного (30—60 см) слоя почвы после 3-летнего стояния люцерны и 4-летнего посева хлопчатника (т. е. к концу 7-го года) составил: в варианте с обычной вспашкой на 30 см — 1,45 г/см³, с рыхлением на 60 и 80 см — 1,39 и 1,37 г/см³, при исходной плотности 1,47—1,50 г/см³. При глубоком рыхлении, проведенном под хлопчатник, плотность подпахотного слоя достигала исходного состояния уже на 4—5-й год.

Следует подчеркнуть, что глубокое рыхление почвы способствует также уничтожению сорных растений, особенно корневищных (гумай, свинорой, вьюнок и др.), а также вредителей и болезней сельскохозяйственных культур.

Основной критерий необходимости глубокого рыхления — плотность почвы, выраженная в объемном весе. Глубокое рыхление под хлопчатник, люцерну, кукурузу мы рекомендуем проводить на всех почвах, где объемный вес подпахотных горизонтов превышает 1,35 г/см³, а таких почв в хлопкосеющих районах — 80—85% от посевных площадей.

Учитывая положительное последействие глубокого рыхления, его можно проводить под хлопчатник в большинстве случаев один раз в 2—4 года; на почвах с тяжелым механическим составом, подверженным сильному уплотнению, — через год. При достаточном оснащении хозяйств соответствующей техникой на очень тяжелых почвах прием почвоуглубления можно проводить ежегодно.

Экономические расчеты показывают высокую эффективность глубокого рыхления. Затраты, связанные с рыхлением почвы на 60—80 см и послойным внесением удобрений, окупаются в 10—14 раз в первый же год их проведения, с учетом последействия — более чем в 20—30 раз.

В настоящее время почвоуглубление до 50—60 см в сочетании со вспашкой на 30 см с оборотом пласта под посевы хлопчатника и других культур начали широко применять колхозы и совхозы Бухарской и Хорезмской областей Узбекской ССР, Чарджоуской области Туркменской ССР и ряд хозяйств Таджикской ССР; Комсомолабадский, Бозский и Баликчинский районы Андижанской области проводят рыхление на 70—80 см на почвах, имеющих в подпочве плотные «шоховые» (известковые) горизонты. Широко применяя глубокое рыхление (на 12 тыс. га хлопковых площадей из 17 тыс. га

по району) наряду с другими агротехническими приемами, хлопкоробы Ромитанского района Бухарской области в 1977 г. добились повышения урожайности хлопчатника в целом по району с 30 до 42 ц/га. Еще большей урожайности — 45 ц/га добились хозяйства этого района в 1978 неблагоприятном в климатическом отношении году.

В сероземах хлопкосеющих районов СССР осуществление рыхления почвы на глубину 50—60 см не является пределом. Мы полагаем, что в перспективе, по мере развития технического прогресса и оснащения хлопкосеющих хозяйств мощными тракторами и глубокорыхлителями, будет сделан дальнейший шаг по пути интенсификации земледелия — перехода на более глубокую обработку почвы — до 0,8—1,0 м и более.

* * *

Повышение плодородия почвы — извечная мечта и задача агронома и земледельца.

Главные показатели или элементы плодородия почвы, как известно, — это содержание гумуса и легкоусвояемых питательных элементов, а также водно-физические свойства. В орошаемых сероземах хлопковых районов наиболее благоприятные условия плодородия создаются при содержании в шестидесятисантиметровом слое 1,4—2,0% гумуса (перегноя), постоянном внесении минеральных и органических удобрений и оптимальной плотности сложения 1,2—1,3 г/см^3 (объемный вес). А фактически из-за длительного применения бессменной культуры хлопчатника в подавляющей части районов содержание гумуса в этом слое не превышает 0,7—0,9% к общему весу почвы, а плотность достигает 1,4—1,6 г/см^3 и более.

Следовательно, для создания оптимальных условий плодородия почвы, помимо применения минеральных и органических удобрений, необходимо примерно удвоить содержание гумуса и значительно снизить плотность сложения при одновременном улучшении других физических и химических свойств почвы.

В настоящее время для повышения плодородия почвы по рекомендации научных учреждений в хлопкосеющих хозяйствах применяются хлопково-люцерновые севообороты, в основном по схемам 3:6 и 3:7, предусматривающим возделывание люцерны в течение трех лет в чистом виде или в сочетании (в первом году ее посева) с кукурузой, зерновыми колосовыми и другими кормовыми культурами, и выращивание хлопчатника — 6—7 лет (после осенней распашки люцерны на 30 см).

При этих севооборотах, как показали многочисленные опыты научных учреждений Средней Азии и Азербайджана, люцерна в период трехлетнего стояния увеличивает содержание гумуса в 45—60-сантиметровом слое почвы на 0,2—0,5%, биологического азота — на 0,010—0,25%, и чем выше урожай люцерны, тем больше накапливается в почве гумуса и атмосферного азота.

В то же время результаты исследований показывают, что при практикуемой в настоящее время системе обработки почвы (т. е. при распашке старых люцерников на глубину 30 и даже 40 см в течение последующих лет выращивания хлопчатника с обработкой на такие же глубины) накопленные люцерной гумус и биологический азот бурно разлагаются, и потому запас питательных элементов на пятом-седьмом году после распашки люцерны снижается до исходного уровня или даже становится еще ниже.

Такая же закономерность установлена и по урожайности хлопчатника. Наиболее высокие урожаи хлопка получаются в первые 3—4 года после распашки люцерны, а в последующие годы он резко падает. При этом, при равных прочих условиях агротехники и удобрения, урожаи хлопчатника на 5—7-й год после распашки люцерны резко снижаются и становятся равны исходным урожаям до люцерны.

Таким образом, люцерна в хлопковом севообороте при описанных условиях лишь восстанавливает утраченное почвой плодородие и не может обеспечивать прогрессивное повышение плодородия орошаемых почв.

Мы поставили перед собой задачу разработать новую систему земледелия, обеспечивающую прогрессивное или коренное повышение плодородия орошаемых земель в хлопковых районах. Нужна была такая система, при которой люцерна за период 2—3-летнего стояния в сочетании с другими кормовыми культурами накапливала бы максимальное количество корневых и пожнивных остатков, а глубины проводимой обработки и способы распашки создавали бы условия для наибольшего образования гумуса и медленного его разложения и минерализации в период выращивания хлопчатника, с тем чтобы значительная часть этого гумуса перешла в следующую ротацию севооборота. Только в этом случае можно прогрессивно повышать плодородие почвы от ротации к ротации при одновременном увеличении выхода продукции земледелия с единицы площади.

В указанном направлении 12 лет назад нашим научным коллективом были начаты исследования. Результаты прошедших лет, данные исследований, проведенных путем закладки серий стационарных полевых деляночных и производственных опытов на типичных сероземах и луговых почвах экспериментальной базы Института экспериментальной биологии растений и колхозов «Коммунизм» и «Ленинизм» Янгиюльского района Ташкентской области, подтвердили возможность решения указанной задачи.

Суть разрабатываемой нами системы земледе-

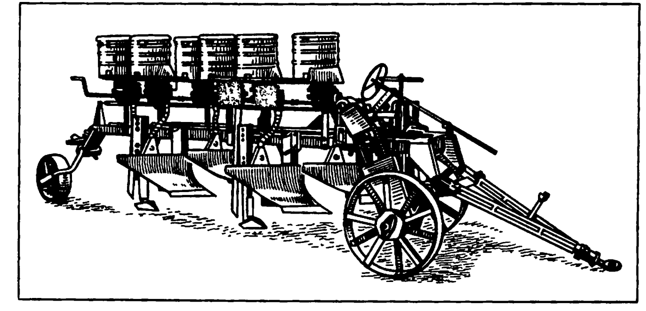


Рис. 9. Трехъярусный плуг — ПУ-2-35, обеспечивающий внесение в почву сыпучих удобрений

Рис. 10 (вверху). Совместные посевы люцерны с кукурузой

лия состоит в следующем. Старопахотные поля с плотным подпахотным слоем (объем весом 1,35—1,40 г/см³ и более), идущие по севообороту под посев люцерны, осенью или весной пашутся с оборотом пласта на глубину 30 см с одновременным или самостоятельным рыхлением без оборота пласта на глубину 50—60 см. Одновременно с рыхлением послойно (на 15, 30 и 60 см) вносятся фосфорные и калийные удобрения (при весенней вспашке — и азотные) с добавкой небольшого количества сыпучих органических удобрений (рис. 9). Это поле весной засевается люцерной совместно с кукурузой или другой высокоурожайной кормовой культурой (рис. 10). Со второй половины первого года (после укоса),



Рис. 11. Работа плантажного плуга с полным оборотом пласта люцерны на глубину 60 см

Рис. 12. Совместные посевы кукурузы с лобией (зернобобовая) в ранний период по глубокой летней распашке люцерны



Рис. 13. Джугара (сорго) при посеве по глубокой летней распашке люцерны

целиком во втором году и первой половине третьего года люцерна растет в чистом виде. На третий год после снятия 2—3 укосов люцерновое поле летом распахивается плантажным плугом с полным оборотом пласта на глубину 50—60 см (рис. 11) и тут же засевается чистой кукурузой, джугарой (сорго) или кукурузой в смеси с зернобобовыми (рис. 12, 13) и частично — с суданской травой или рапсом. После глубокой распашки люцерны и летнего посева кукурузы или другой культуры в течение 6—7 лет (до начала следующей ротации севооборота) сеется хлопчатник по обычной глубине основной обработки почвы — 25—30 см, но не более 35 см, при этом в первые годы мельче, а в последующие — глубже. Лишь на некоторых почвах, особенно на тяжелых где уплотнение нижних горизонтов идет быстро и превышает предельную плотность, полезно рыхление подпахотного слоя без оборота пласта на пятый или шестой год посева хлопчатника.

Глубокое рыхление с послойным внесением удобрений, проведенное под посевы люцерны, способствует мощному развитию корневой системы и. следовательно, обогащению почвы на

большую глубину корневыми остатками и выделениями.

В одном из опытов на экспериментальной базе в колхозе «Коммунизм» совмещенные посевы люцерны с кукурузой в варианте с глубоким рыхлением к уборке урожая кукурузы накопили в метровом слое 7 т/га корневых остатков, или на 46,2% больше, чем в варианте с обычной вспашкой. Во втором году чистая люцерна к третьему укосу накопила 8,4 т/га, или на 25% и в третьем году перед летней распашкой корней люцерны было 15,8 т/га, или на 48% больше. Аналогичные данные получены во всех других опытах.

Размещение люцерны с кукурузой на фоне глубокого рыхления и послойного внесения удобрений значительно повышает продуктивность кормовых культур. Так, например, в опыте на экспериментальной базе Института при весеннем совмещенном посеве люцерны с кукурузой по фону обычной вспашки и внесении удобрений урожай зеленой массы кукурузы с початками в молочно-восковой спелости составил 532,0 ц/га, по фону обычной вспашки в сочетании с глубоким рыхлением — 641,0 ц/га, а при обычной вспашке с одновременным глубоким рыхлением и послойным внесением органо-минеральных удобрений — 731,0 ц/га. Урожай сена люцерны в первый год совмещенного посева по этим фонам был соответственно 41,0; 49,0 и 59,5 ц/га, или выход кормовых единиц при глубоком рыхлении увеличился по вариантам на 23,0 и 39,0% по отношению к контролю. Урожай люцерны второго года стояния составил по вариантам 146,0; 180,0 и 201,0 ц/га и от трех укосов люцерны третьего года стояния — соответственно 120,0; 129,5 и 140,0 ц/га. Такие же высокие урожаи сена люцерны получены и в других опытах.

В новой системе земледелия вместо установившейся на практике осенней распашки старых люцерников проводится летняя (после снятия 2—3 укосов), а затем по этому фону принято сеять чистую кукурузу или кукурузу с зернобобовыми, что обеспечивает рациональное использование поливных земель и значительное увеличение производства кормов.

При летней распашке люцерны до конца года недобирается два укоса с урожаем сена 50—70 ц/га, или 2,5—3,5 тыс. кормовых единиц. Однако при посеве кукурузы по фону распаханных летом люцерников удается получить по 500—800 ц/га и более силосной массы с початками в молочно-восковой спелости, что равно 10—16 тыс. кормовых единиц. Следовательно, выход кормов с гектара увеличивается в несколько раз по сравнению с чистыми посевами люцерны. При проведении летнего посева кукурузы до 10—20 июня ее можно использовать и на зерно.

В опыте, заложенном в колхозе «Коммунизм» Янгиюльского района по фону обычной вспашки

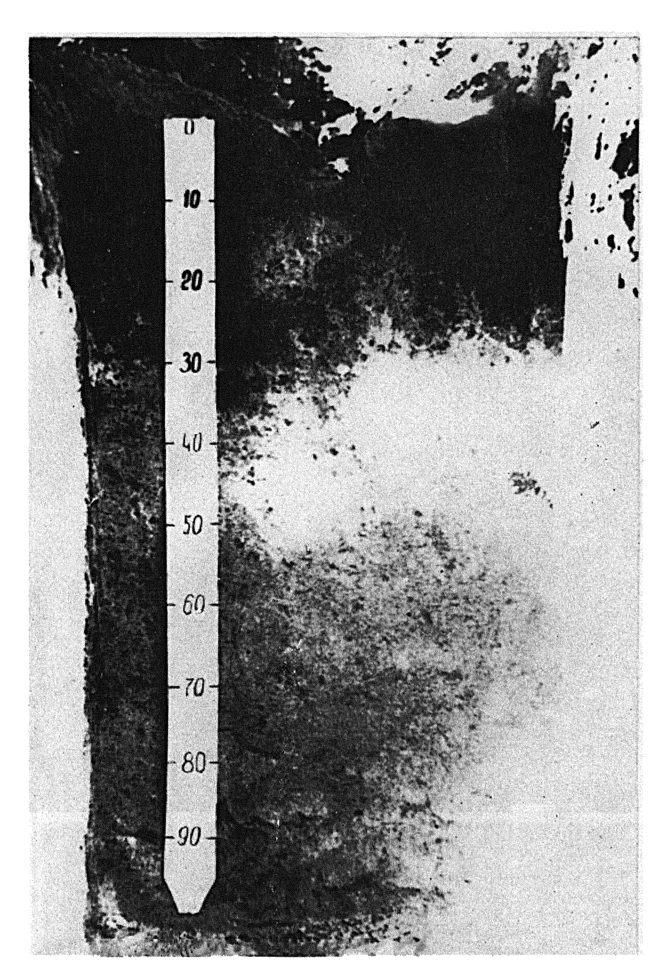
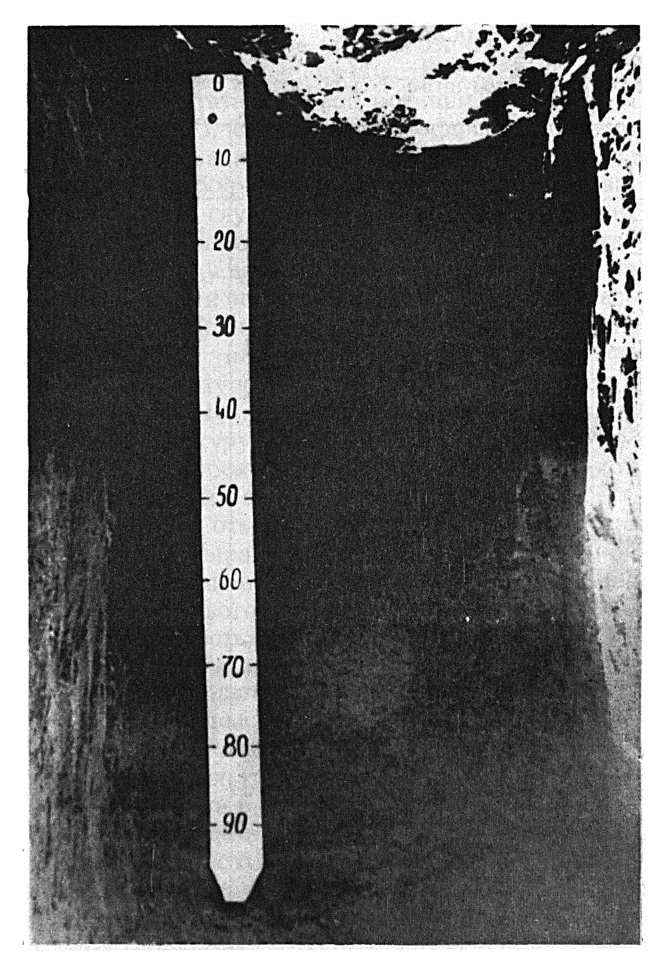


Рис. 14. Мощность окультуренного слоя почвы при обычной системе земледелия (слева) и при новой системе земледелия. Видно, что при новой системе высокоплодородный пахотный слой (гумусовый горизонт) становится вдвое мощнее

под посевы и осенней распашки люцерны за год (в третьем году), было получено 172,0 ц/га урожая сена, или около 9 тыс. кормовых единиц. При летней распашке люцерны по фону глубокого рыхления с послойным внесением удобрений за три укоса получено 125,0 ц/га сена люцерны. От летнего посева кукурузы после глубокой распашки люцерников — 544 ц/га силосной массы с початками в молочно-восковой спелости, или в целом 18,6 тыс. кормовых единиц.

При посеве суданской травы после летней распашки люцерны на 60 см по фону глубокого рыхления с послойным внесением удобрений можно еще больше увеличить выход кормов с единицы площади. Так, за два укоса суданской травы было получено 1308 ц/га зеленой массы против 627 ц/га у кукурузы, или выход кормов с гектара был вдвое больше.

Одно из главных преимуществ летней распашки люцерны с посевом кукурузы, кроме отме-



чавшегося увеличения выхода продукции с каждого гектара, — это полное устранение отрастания люцерны весной следующего года и отрицательного действия на хлопчатник токсических веществ, которые образуются при распашке люцерны весной. Благодаря этому семена хлопчатника при посеве по обороту пласта с люцерной всходят и в дальнейшем развиваются лучше, чем при посеве по пласту.

При глубокой распашке люцерников весь мощный пласт с люцерной хорошо разрыхляется, пахотный и подпахотный слои полностью меняются местами, притом основная масса корневых остатков и стерни укладывается ниже — на глубину 30—35 см, где в условиях преимущественного развития анаэробных процессов они лучше гумифицируются. В этих условиях (если этот слой не обрабатывается) гумус, медленнее разлагаясь более продолжительный период, несколько лет положительно воздействует на все почвенные процессы, рост и развитие хлопчатника. Вывернутый на дневную поверхность, но уже значительно окультуренный предварительным глубоким рыхлением и послойным внесением удобрений и посевом люцерны, подпахотный слой под влиянием солнца летних месяцев, вегетационных поливов, обработки и усиленной аэрации превращается в хорошо окультуренный пахотный слой. Этому в немалой степени способствуют сам летний посев кукурузы и ее корневые и стеблевые остатки. В следующих ротациях севооборота (через каждые 9—10 лет) верхние и нижние слои почвы во время глубокой распашки люцерны снова полностью меняются местами, что обеспечивает создание однородномощного (удвоенного) и высокоплодородного пахотного слоя орошаемых почв (рис. 14).

В одном из наших опытов новая система земледелия прошла через полную ротацию севооборота — десять лет по схеме 3:7, когда учитывали динамику изменений гумуса и валового азота.

Определение показало, что при сочетании посевов люцерны с кукурузой в первом и третьем годах (на фоне глубокого рыхления с послойным внесением удобрений и глубокой летней распашки люцерны с оборотом пласта на 60 см и затем посевом кукурузы) количество гумуса в слое 0—60 см становится в 2 раза больше, чем при монокультуре хлопчатника. Причем впоследствии, даже к концу седьмого года выращивания хлопчатника, оно все еще остается выше исходного уровня. Содержание гумуса в пахотном и подпахотном слоях при такой схеме почти полностью выравнивается. Очень важно то, что до 0,30% и более образованного люцерной и кукурузой гумуса в слое 0—60 см переходит в следующую ротацию севооборота. Этим создаются реальные условия для дальнейшего прогрессивного повышения плодородия почвы.

Аналогичные изменения характерны и для накопления и расходования биологического азота. Так, при обычной вспашке в слое 0—60 см люцерна фиксировала из атмосферы и оставляла в почве 1446 кг/га азота, а при глубоком рыхлении с послойным внесением удобрений — на 1188 кг/га больше. Кроме того, при новом способе выращивания люцерны больше мобилизуется для хлопчатника нерастворимых и труднорастворимых фосфатов.

Микробиологические исследования показали, что в опытных вариантах резко повышается биогенность почвы, значительно возрастает количество азотобактера, клубеньковых, целлюлозоразлагающих и других бактерий, причем особенно активизируется жизнь микроорганизмов в подпахотных горизонтах — в вариантах с глубоким рыхлением и глубокой распашкой люцерны и посевом кукурузы. Например, перед распашкой люцерны в подпахотном слое в варианте с глубоким рыхлением количество клубеньковых бактерий было больше, по сравнению с монокультурой, в 20 раз, а по сравнению с выращиванием люцерны на фоне обычной вспашки — в 12 раз; количество же азотобактера — в 2—4 раза больше. Очень важно подчеркнуть,

Влияние различного уровня плодородия почвы на урожай хлопчатника, ц/га
(опыт на экспериментальном участке в колхозе «Коммунизм», 1971-1977 гг.)

№ п/п	Варианты опыта	Урожай	1971 г.	1972 г	1973 г.	1974 г	1975 г	1976 г.	1977 г	В среднем за 7 лет	Общая прибавка за 7 лет
1.	Вспашка на глубину 30 см (монокультура хлопчатника)	Общий	38,3	39,9	46,4	49,8	52,4	51,2	51,0	47,1	
		Прибавка	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	Вспашка на 30 см с оборотом пласта. В 1968 г. - весенний сев кукурузы, летом люцерна с кукурузой. 1969—1970 гг. — чистая люцерна, которая распахивалась осенью на 40 см	Общий	41,3	44,0	47,7	53,3	53,6	52,0	53,3	49,3	
		Прибавка	3,0	4,1	1,6	3,7	1,2	0,8	2,3	2,4	16,7
3.	Вспашка на 30 см с одновременным рыхлением на 60 см и послойным внесением органо-минеральных удобрений в три слоя — 15, 30 и 60 см. Посевы культур те же, что в варианте 2, но люцерна распахивалась осенью на 60 см с оборотом пласта	Общий	44,2	48,3	55,3	57,4	56.7	54,6	54,4	53,0	
		Прибавка	5,9	8,4	9,2	7,6	4,3	3,4	3,4	6,0	42,2
4.	То же, что и в варианте 3, но люцерна распахивалась летом на 60 см с оборотом пласта; летнии посев кукурузы, осенью - обычная вспашка	Общий	51,8	48,8	54,8	58,1	58,9	56,0	55,3	54,8	
		Прибавка	13,5	8,9	8,7	8 3	6,5	4,8	4,3	7,8	55,0
5	То же, что и в варианте 3, но люцерна распахивалась летом на 40 см; вслед — летний посев кукурузы. Осенью — обычная вспашка	Общий	46,1	44,6	49,8	54,6	54,6	52,2	53,7	50,8	
		Прибавка	7,8	4,7	3,6	4,8	3,3	1,0	2,7	4,0	27,9

Примечание Резкое повышение урожайности хлопчатника с 1973 г. объясняется заменой сорта 152-ф вилтоустойчивыми сортами Ташкент

что в период посева хлопчатника на опытном варианте было значительно меньше гумусоразрушающих бактерий. В целом при глубоком рыхлении с послойным внесением удобрений как во время стояния люцерны, так и после ее глубокой распашки интенсивность микробиологических процессов направлена на накопление органических веществ и умеренное их расходование.

Рассматриваемая система земледелия — одно из эффективных средств защиты биосферы от загрязнений, оздоровления почвы, борьбы с сорняками, болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур.

Под влиянием создаваемых факторов в новой системе земледелия в 3—4 раза увеличивается численность антагонистов гриба вертициллиума. В результате снижается поражаемость хлопчатника опасной вилтовой болезнью. Например, в неустойчивых к вилту посевах сорта 152-ф поражалось в варианте с монокультурой хлопчатника до 87% растений, из них 44,5% в сильной степени, а на опытных полях поражаемость вилтом резко снизилась, составив в первый год посева хлопчатника после глубокой распашки люцерны 25,1%, причем только 9% в сильной степени. Большое снижение поражаемости хлопчатника вилтом отмечалось и в последующие годы.

Устойчиво высокие урожаи хлопчатника при новой системе земледелия показаны в таблице.

По результатам первой ротации севооборота (по схеме 3:7), самым высокоэффективным по урожайности хлопчатника был вариант, где люцерна с кукурузой в первый год выращивались на фоне глубокого рыхления с послойным внесением органо-минеральных удобрений и где на третьем году люцерна распахивалась летом на глубину 60 см и вслед высевалась кукуруза. Здесь в среднем за семь лет было собрано 54,8 ц/га хлопка-сырца, или на 7,8 ц/га больше, чем при монокультуре, и на 5,5 ц/га выше, чем в варианте с обычной вспашкой, при выращивании люцерны с кукурузой. По сравнению с вариантом осенней глубокой распашки люцерников прибавка хлопка-сырца возросла на 1,8 ц/га.

Интересно отметить, что урожайность хлопчатника при выращивании его на фоне обычной вспашки и распашки люцерны, как и содержание гумуса и валового азота, к концу ротации севооборота полностью приближается к монокультуре. В то же время в опытном варианте с глубокой летней распашкой люцерны еще сохраняется довольно высокая прибавка урожая хлопка.

Приведенные выше факты указывают на то, что в хозяйствах, где сложился высокий удельный вес хлопчатника в структуре посевных площадей (75—80%) и где в связи с этим не удается осваивать севообороты по схемам 3:6 и 3:7, можно временно применять севообороты по схемам 3:8 и 3:9 и даже 3:10.

Мы полагаем, что при применении новой системы земледелия в 2—3 ротациях севооборота общая производительная способность орошаемых почв или производство сельскохозяйственной продукции с одной и той же площади повысится до 40—50% и более. Такая система обеспечит получение урожая хлопка-сырца 55—60 ц/га и более и создание устойчивой кормовой базы для животноводства в хлопкосеющих районах.

Предложенная система орошаемого земледелия успешно внедряется в колхозе «Коммунизм» Янгиюльского района Ташкентской области. Этот колхоз, используя и другие приемы агротехники, ежегодно получает устойчиво высокие урожаи хлопка — 45—49 ц/га. Здесь высоки также урожаи люцерны и кукурузы. Бригада № 5, перейдя целиком на новую систему, получает урожай хлопка-сырца в среднем по 54-55 ц/га.

Безусловно, новая система земледелия должна осуществляться творчески, с учетом конкретных почвенных условий. Глубина рыхления под посевы люцерны и ее распашки должна дифференцироваться в зависимости от плотности подпахотных слоев. Необходим также правильный выбор культур и сортов для совмещенных посевов люцерны и посевов после ее распашки. При этом глубокая распашка люцерны должна проводиться всюду, за исключением галечниковых и каменистых почв.

Переход на новую систему орошаемого земледелия открывает большой простор для дальнейшего прогрессивного повышения эффективного плодородия почвы и будет способствовать общему подъему сельскохозяйственного производства в районах хлопководства.

АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ ТЮТЮННИКОВ (р. 1927) — агроном-полевод, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент ВАСХНИЛ.

В 1947 окончил Тимирязевскую сельскохозяйственную академию, работал агрономом совхоза. В 1952 защитил кандидатскую, а в 1962 — докторскую диссертации по биологии и агротехнике кормовых культур. В 1973 избран членом-корреспондентом ВАСХНИЛ. В 1972—1978 — главный ученый секретарь Сибирского отделения ВАСХНИЛ. С 1978 — заведующий кафедрой Московского института инженеров сельскохозяйственного производства.

Автор более 200 научных работ, в том числе более 40 книг и брошюр по биологии и агротехнике кормовых растений, экономике кормопроизводства. В последние годы ведет также экспериментальные исследования питания кормовых растений и в связи с этим биоритмики важнейших процессов их жизнедеятельности. Эти работы важны для понимания генотипических видовых и сортовых особенностей питания растений. Они служат также решению вопросов сортовой агротехники и установлению зон товарного семеноводства для различных видов и сортов сельскохозяйственных культур. Кроме того, полученные автором данные о биоритмике питания облегчают подбор пар при селекции растений для конкретных почвенно-климатических районов.



АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ ТЮТЮННИКОВ

Биоритмы, ионный обмен и урожай

Совершенствовать сельскохозяйственное производство на современном этапе — это значит с наивысшей эффективностью использовать материально-технические ресурсы и факторы научно-технического прогресса. Достижения науки последних лет позволяют лучше понять процессы адаптации растительных организмов к конкретным внешним условиям, особенности развития тех или иных сельскохозяйственных культур, механизмы усвоения вносимых удобрений и формирования урожая.

Современными исследованиями установлен ряд важных явлений в жизнедеятельности растений, которые нельзя не учитывать при решении тех или иных практических задач, направленных на повышение урожайности. К числу таких открытий относится обнаружение ритмики потребления питательных веществ и воды растениями.

К настоящему времени наукой накоплен обширный фактический материал о биоритмах, о важном физиолого-биохимическом значении их в жизнедеятельности различных живых организмов. Так, суточная периодичность обнаружена в динамике 69 физиологических функций человека и животных. Синхронизацией суточных колебаний различных показателей физиологических функций обеспечивается нормальная деятельность организма. С биоритмами связывают работу так называемых биологических часов, а также работу механизмов, моделирующих в лабораториях физиологические системы и даже поведение индивида. В настоящее время в медицине проблеме биоритмов уделяется большое внимание в связи с изучением процесса адаптации организма к изменению привычного течения суток и суточной жизнедеятельности, а также к холоду. Уже показана связь суточных ритмов физиологических процессов человека с его реакцией на солнечную радиацию, установлены годичные колебания его суточных ритмов. Отмечена также связь деятельности центральной нервной системы и суточных ритмов: в суточном ритме изменяются скорость распространения возбуждения по нервным волокнам, возбудимость коры больших полушарий, электрическая активность мозга и т. п.

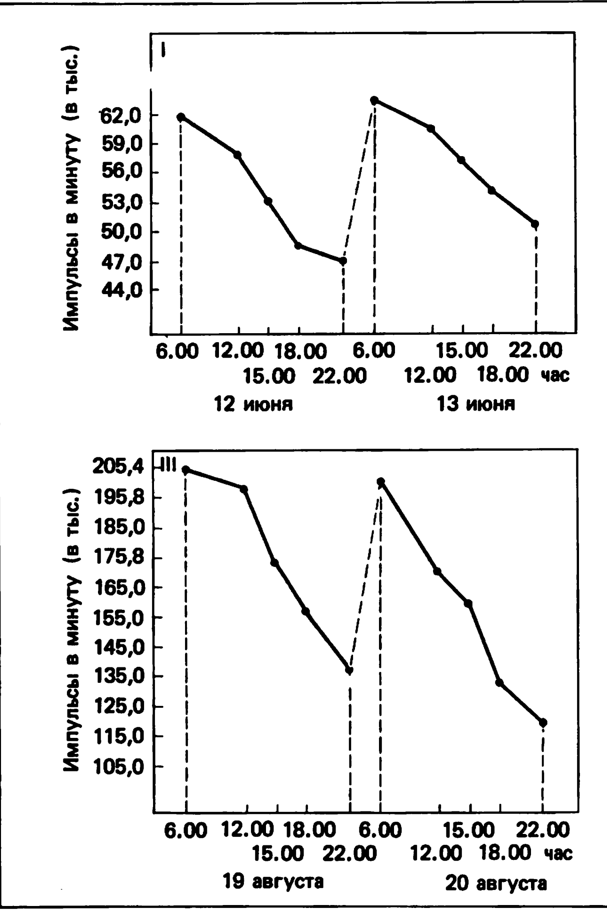
Явление ритмики, как уже сказано, свойственно и растительным организмам. В их физиолого-биохимических процессах оно играет важную роль, в связи с чем познание его движущих сил и закономерностей имеет не только научное, но и большое практическое значение.

Так, известно, что активность ферментов в растениях меняется в течение суток и сезона, имеется суточная периодичность в интенсивности дыхания корней, фотосинтеза, транспирации, корневого давления, гуттации (выделения воды), осмотического давления, сосущей силы и вязкости протоплазмы. Ритмические колебания испытывают процессы деления клеток, роста, обмена. Суточному ритму подчиняется движение листьев, лепестков, цветков, устьичных клеток. Наконец, установлена ритмичность процессов поглощения и выделения воды и ионов питательных веществ корневыми системами растений.

По-видимому, эти факты не случайны и закономерны, поскольку растения, как и другие организмы, возникли в среде, элементы которой постоянно колеблются. Поэтому эволюция растений была направлена по пути приспособления функций их органов к ритмам внешней среды. Это привело не только к появлению, но и закреплению в генотипе растений определенной ритмики физиолого-биохимических процессов, обусловленной ритмическими колебаниями факторов внешней среды, способности в качестве ответной реакции на их изменение генерировать уже собственные специфические ритмы.

Так, в наших с А. А. Яковлевым и А. Н. Кремниной опытах по изучению поглотительно-выделительной функции корней кукурузы, например, установлено, что наиболее высо

Кукуруза

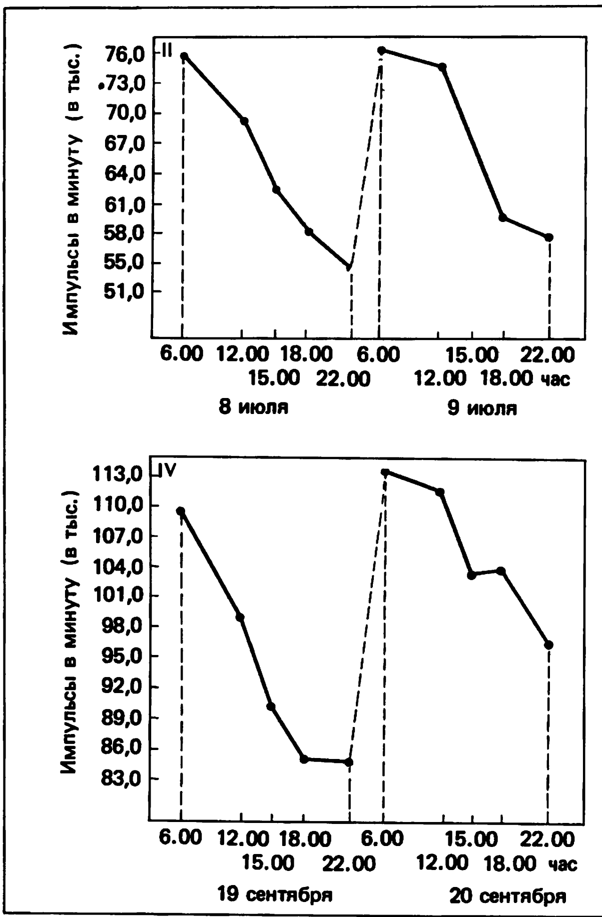


Графики суточной миграции радиоактивного фосфора во влажной почве. Видно, что относительное количество подвижного фосфора в почве (о чем судят по интенсивности излучения метки) меняется в суточном ритме

кий уровень поглощения воды имеет место в полуденные часы, а выделение — в утренние и вечерние. Были отмечены значительные сортовые особенности в характере проявления этого процесса. При изучении динамики поглощения элементов питания у скороспелых и среднеспелых сортов кукурузы максимум поглощения фосфора наблюдался в утренние и вечерние часы; в полуденные часы фосфор выделялся через корни в окружающую среду. У позднеспелых же сортов кукурузы максимальное поглощение фосфора происходило в предполуденные и полуденные часы, а в утренние и вечерние часы — его выделение. В поздневечерние и ночные часы у растений всех сортов наблюдалось поглощение фосфора.

Опыты с применением новейших средств исследования позволили установить ритмичность в потреблении, трансформации, транспорте и выделении растениями азота, калия, кальция, серы и других элементов питания (Дж. Ф. Сатклиф — J. F. Sutcliffe, Англия). Причем, по нашим данным, специфика поглотительно-выделительной деятельности корней различных видов и сортов растений является генетически закрепленной.

Смешанный посев кукурузы с соей



Однако это явление, интересное уже само по себе, становится еще более значительным в связи с установленным нами фактом суточной ритмики подвижности (миграции) фосфора почвы. Можно ожидать, что аналогичный факт имеет место и в отношении других, более мобильных элементов, используемых растениями. Причем, как оказалось, существует несколько категорий биоритмов. Одни из них находятся в строгой зависимости от факторов внешней среды, другие — только синхронизированы с внешними ритмами небиологической природы.

В свете этих фактов новое звучание получает постулат о единстве организма и среды, а вместе с тем создается и более четкое представление о сущности и путях использования высокой адаптационной способности так называемых староместных форм и популяций растений в селекции, принципах подбора компонентов для смешанных посевов, приемах повышения эффективности применяемых удобрений.

В самом деле, ведь продукционный процесс у растений — это прежде всего процесс взаимодействия почвы с растениями, который проходит ряд этапов, требующих определенных условий для их осуществления. В свете новых данных здесь возможно сочетание различных факторов.

В одних случаях суточный ритм поглощения и перераспределения ионов растением совпадает с ритмом миграции ионов в почве. т. е. максимум поглощения и перераспределения ионов в расте-

Ультраструктура поверхности апикальной части корня клевера красного (увеличено в 1000 раз). Уплощенный рельеф у



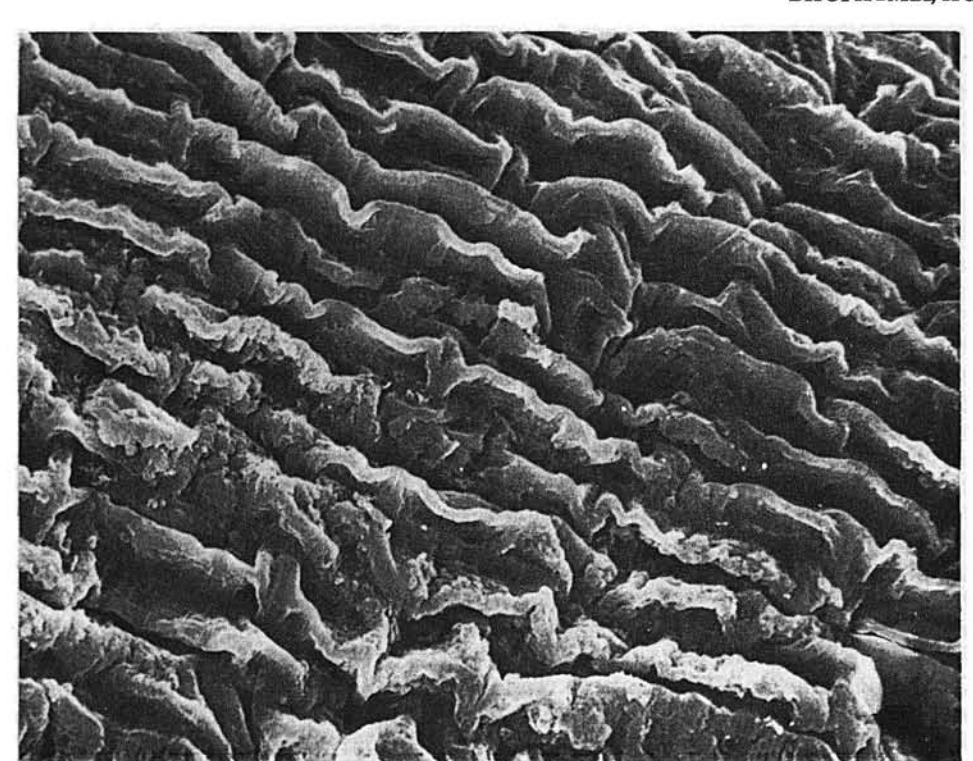
нии совпадает с максимумом подвижности их в почве. Такая синхронность ведет к максимальному использованию растением минеральных элементов питания, и можно считать вероятным, что обладающий ею вид или сорт растений в данных условиях потенциально способен проявить максимальную продуктивность.

В других случаях суточный ритм максимальной подвижности ионов почвы не совпадает с ритмом максимального поглощения их корнями растений. Такой вид или сорт растений, вероятно, не будет в максимальной мере использовать потенциальные возможности данной почвенно-климатической зоны, хотя другие факторы (например, температура и влажность) вполне благоприятны для продукционного процесса. Введение таких видов или сортов растений в подобных условиях менее эффективно или даже совсем неэффективно.

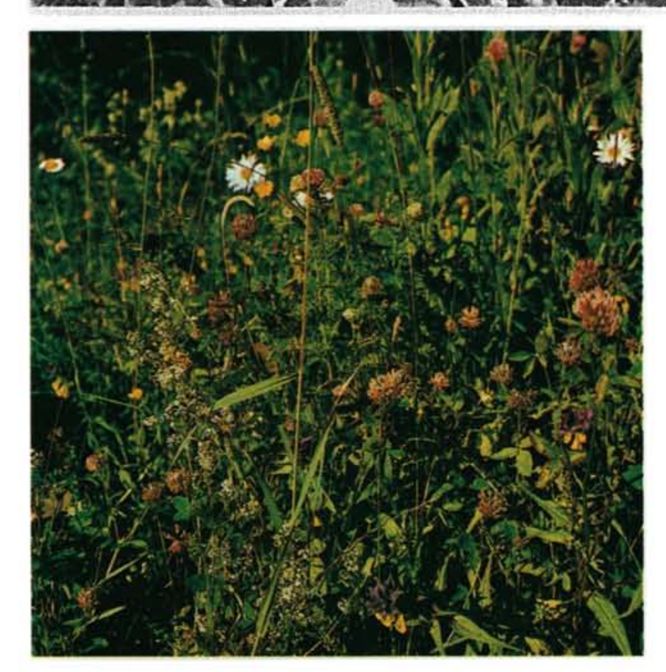
Наконец, при подборе видов и сортов сельскохозяйственных культур для смешанных посевов наивысший эффект может быть достигнут, очевидно, лишь в том случае, если ритмы поглощения и выделения ионов у компонентов совпадать не будут; в противном случае не обеспечиваются условия для эффективного использования питательных веществ.

То, что показатели ритмичности физиолого-биохимических процессов в растениях, как правило, генетически закреплены, необходимо учитывать при видовом или сортовом районировании культур, а также в селекционном процессе. Новый сорт только тогда будет эффективным в конкретных условиях определенного почвенно-климатического района, если в его геноме суточный и сезонный ритмы поглощения и перераспределения ионов растением будут совпадать с ритмом миграции ионов в почве или если этот признак у него будет достаточно пластичным, чтобы приспособиться — синхронизироваться с непривычными условиями.

Посев клевера красного. Фото В. Е. Киселева



сорта средней продуктивности (слева), более высокий рельеф у сорта высокой продуктивности (справа)



Клевер в разнотравье. Фото В. Е. Киселева

Необходимо отметить, что, как показали наши исследования, и при сравнительной стабильности, и при тенденциях изменения суточной и сезонной ритмики поглотительно-выделительной функции растений уровень тех или иных колебаний зависит от многих условий, в том числе и агротехнического характера, что имеет большое значение для практики. Это можно показать на примере фосфорного питания растений.

Дело в том, что из всех элементов минерального питания растений фосфор является самым дефицитным ввиду низкой подвижности его в почве (слабой доступности растениям). В то же время, как это часто наблюдается, например, в районах Средней Азии, особенно на орошаемых землях, внесение повышенных доз фосфора в почву ведет к «зафосфачиванию» ее и еще большему снижению степени усвояемости не только фосфора, но и других элементов питания в результате процессов, связанных с антагонизмом ионов при поглощении их корнями растений. Между тем именно фосфор оказывает наиболее сильное влияние на синтез нуклеотидов, процессы гликолиза, реакции ди- и трикарбоновых кислот, карбоксилирование и амидирование сахаров.

Недостаток фосфора влечет за собой снижение интенсивности синтеза АТФ (аденозинтрифосфорной кислоты), которая необходима для образования гексофосфатов, нуклеопротеидов, фосфоропротеидов и ряда других важных биохимических соединений.

Активация фосфорного обмена увеличивает (как первичный процесс) поглощение нитратов, а следовательно, и их транспорт. В результате повышается степень утилизации продуктов восстановления нитратов и образования органических соединений. Поэтому увеличение содержания усвояемых (подвижных) форм фосфора в среде и ускорение поступления его в организм растения — важное условие улучшения азотного

питания растений за счет активирования первого этапа их нитрат-восстанавливающей системы. Кроме того, накопление фосфора в корнях растений способствует более эффективному использованию ионов этого элемента не только из внесенных удобрений, но и из самой почвы. Это вызвано тем, что поглощение ионов фосфора, связанных коллоидами, идет со значительными энергетическими затратами из-за постоянного антагонизма между клетками корня и почвенными частицами. Бо́льшая часть энергетических затрат клеток корня идет на создание в них электростатического напряжения, достаточного для поддержания определенного притока ионов к ним из почвы, из ее так называемого поглощающего комплекса. Сам фосфор, внесенный в почву с удобрением как энергетический элемент, и обеспечивает эту работу.

Оптимальная синхронизация периода наиболее активного потребления растением фосфора с периодом наибольшей подвижности его в почве (за счет указанной связи процессов поглощения фосфора из разных источников) влечет за собой повышение урожая биомассы растений в большей мере, чем это показывают расчеты на единицу внесенных удобрений, т. е. повышает эффективность их использования.

К сожалению, объяснить факт суточной ритмики питательных веществ в почве пока трудно, так как слабо изучены характер и интенсивность миграции в ней различных ионов, а также движущие силы этого процесса. Несомненно, однако, что этот факт связан с биологической активностью почвы, которая существенным образом и влияет на процесс миграции ионов. Пахотный слой не однороден как по характеру и интенсивности биологических процессов, так и по химическим соединениям с их различными свойствами, с чем свидетельствуют, например, исследования Э. Д. Рассела (E. J. Russel, Англия), проведенные в Ротамстеде, где была установлена сезонная ритмичность накопления нитратов, хотя причина отмеченных колебаний осталась невыясненной. Там же была отмечена периодичность в динамике численности фауны протозоа (простейших), что позволяет предположить ведущую роль в этом процессе биологического фактора. Однако в наших опытах, проведенных с высушенной почвой, где исключалась возможность биологической активности, ритмика миграции, например, фосфора все же имела место. Следовательно, причина здесь не только в биологической активности почвы, но и в ее физико-химических параметрах, изменяющихся в течение суток при любом ее состоянии. Это связано, по-видимому, и с тепловым режимом почвы. Температура поверхностного слоя почвы под действием солнечного излучения в течение суток меняется по синусоиде (В. В. Баскин, И. В. Ревут). Это характерно для любой географической точки как европейской части СССР, так и Сибири. Причем максимальная температура в слое почвы 0—10 см наблюдается к 14—17 ч. Однако характер суточной миграции фосфора в поверхностном слое дерново-подзолистой почвы Московской области, например, и в выщелоченном черноземе Новосибирской области резко различен. Этот факт свидетельствует о том, что зависимость миграции ионов от температуры у почв разных типов и в различных экологических условиях проявляется не одинаково. Здесь многое определяется содержанием в почве влаги, степенью насыщенности почвенных коллоидов теми или иными катионами, прочностью связи заряженных частиц с коллоидами и др.

Нужно отметить, что в последнее время появились сведения о сезонной магнитной восприимчивости почв. В связи с этим можно предположить

сто лет назад

БЕРЛИН. Профессор Принсгейм при посредстве особого метода, которому он дал название микроскопической фотохимии, произвел ряд многочисленных наблюдений над отношением света к обмену газов в растениях и над ролью, какую при этом играет зеленое красящее вещество последних. Функция хлорофилла находится в связи не с разложением угольной кислоты, а с дыханием, т. е. с вбиранием растением кислорода. Обладая в сильной степени способностью поглощать свет, именно так называемые химические лучи, хлорофилл замедляет процесс движения, являясь его регулятором и обусловливая возможность в растении накопления богатой углеродом материи, которая в противном случае потребилась бы без остатка. Зеленое красящее вещество растений действует таким образом против яркого дневного или солнечного света, как зонтик, предостерегающий содержимое клеточки от разрушительного влияния чересчур ускоренного дыхательного процесса.

«Слово», № 1, 1880 г.

ПЕТЕРБУРГ. Сименс сообщает о действии электрического света на растения. Он представил два горшка с земляникой, посаженной одновременно и при одних и тех же условиях. Один горшок по-прежнему был поставлен на дневной свет, а второй, кроме того, ночью освещался электрическим светом. В первом были еще зеленые ягоды, а во втором уже совершенно спелые. По мнению Сименса, электрический свет, значит, способствует образованию сахара и ароматического вещества, от которых зависит созревание плода. В таком случае садовник имеет средство освободиться от необходимости солнечного света и во всякое время года доставлять плоды наилучшего качества.

«Нива», № 27, 1880 г.

ПАРИЖ. Работы над улучшением электрического освещения продолжают деятельно производиться в Париже. Недавно один из лучших французских физиков, Жамен, изобрел лампу, судя по опытам, долженствующую окончательно решить задачу электричес-

наличие и суточных изменений их магнитной восприимчивости. Кроме того, в ряде работ приводятся экспериментальные данные о поглощении фосфат-ионов почвенными коллоидами, позволяющие предположить существование суточной ритмичности миграции ионов с поверхности внутрь почвенной частицы и обратно.

Особенно сложный характер ритмов в процессе питания растений наблюдается у ионов-антагонистов. Например, отмечена «зеркальность» в поглощении и выделении K и Ca корнями при нормальных условиях среды и питания. Можно предположить, что такой характер фаз в ритмах поглощения K и Ca отражает смену периодов возбудительного цикла корневой системы. Установлено также усиление выделительной функции корней при увеличении отношения одновалентных к двухвалентным катионам, значительном выделении K и поглощении Ca под влиянием определенных температурных и химических раздражителей. Видимо, ритмичность этих процессов обусловлена периодическими изменениями функционального состояния клеток корня, в том числе и биофизических параметров их, к которым относятся прежде всего электрофизические. В частности, установлена ритмическая электрическая активность клеток корня, зависящая от концентрации веществ различной природы. Разная концентрация этих веществ сказывается как на проницаемости клеток, что ведет к значительному изменению биопотенциалов, так и на энергетических и других внутриклеточных биохимических процессах.

Таким образом, установленный факт суточной и сезонной миграции различных ионов в почве является результатом суммарного взаимодействия физико-химических и биологических процессов в почве, имеющих также свою ритмику. Познание закономерностей и взаимосвязи этих процессов требует разработки новых методов диагностики ионного режима различных почв и приемов управления ими, а также более совершенной системы питания различных видов и сортов растений с учетом их генетической специфики в конкретных почвенно-климатических условиях. Это позволит значительно повысить эффективность применяемых удобрений.

Нужно отметить, что растения в процессе эволюционного развития и сами выработали некоторые биологические и морфологические особенности, позволяющие им более эффективно использовать элементы почвенного питания, что, по-видимому, и определяет специфику так называемых сортов интенсивного типа. Одной из таких особенностей их является, вероятно, специфика формы и ультраструктуры клеток апикальных (верхушечных) частей деятельных корней. Она была изучена нами (совместно с А. А. Яковлевым и А. А. Сухоруковым) у различных (обычных и интенсивного типа) сортов клевера красного, при этом применялась сканирующая электронная микроскопия. Оказалось, что у растений высокопродуктивных форм этой культуры апикальная часть корешка имеет четко выраженную бочонкообразную форму, чего нет у обычных сортов. Отличаются они и особенностями рельефа клеточных оболочек в основном именно в этой части корневой системы.

Для обычных сортов характерны клетки сравнительно небольшого размера однотипной архитектурной оболочки, представляющей внешне низкорядную сетчатую поверхность. У сортов интенсивного типа верхушка корня имеет более крупные размеры целлюлозопектиновых образований. При этом полимерные молекулы, из которых слагается характерный для каждого генотипа рельеф, уложены так, что их поверхность напоминает неровно нарезанные (по ширине, длине и глубине) борозды. Такой рельеф способствует не только образованию большей емкости для концентрации питательных веществ, но и более активной микромиграции элементов питания и воды вдоль корешка, более эффективному их использованию. Так как этот признак является

кого освещения. Новая лампа зажигается и тушится по произволу, сила и продолжительность пламени увеличивается по желанию, сжигаемые угли автоматически заменяются новыми, цвет пламени никогда не изменяется и, наконец, угли не требуют предварительной выделки, что чрезвычайно уменьшает издержки. Наконец система Жамена позволяет посылать электрический свет на большие расстояния, на 15 и 16 километров.

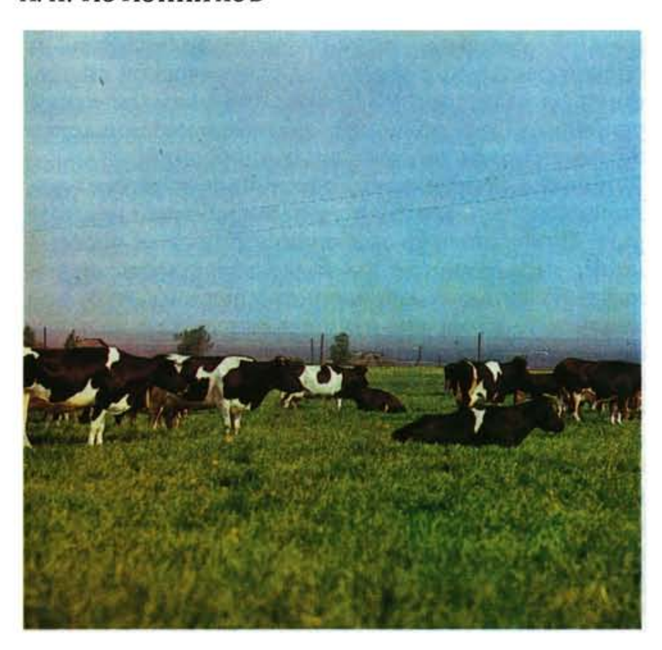
«Еженедельное новое время», № 81, 1880 г.

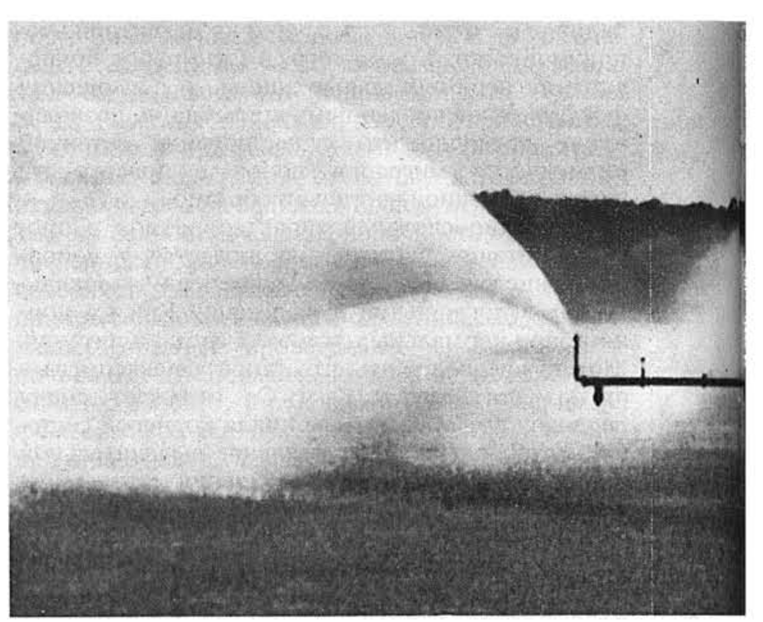
ГЕРМАНИЯ. В заседании германского электротехнического союза были произведены любопытные опыты с новыми электрическими приборами. В полости тела животных вводились платиновые спирали, прикрепленные к рефлекторам, и внутренности освещались электрическим светом гораздо ярче, нежели это удавалось сделать до настоящего времени. Так, в желудок живой щуки была введена посредством зонда платиновая проволока, помещенная в стеклянном резервуаре. Едва успел электрический ток пробежать по этой проволоке, как щука сделалась совершенно прозрачной, так что простым глазом можно было видеть расположение и действие всех внутренних органов. В продолжении опыта щука держалась смирно, а когда проволока была вынута, щука принялась опять плавать.

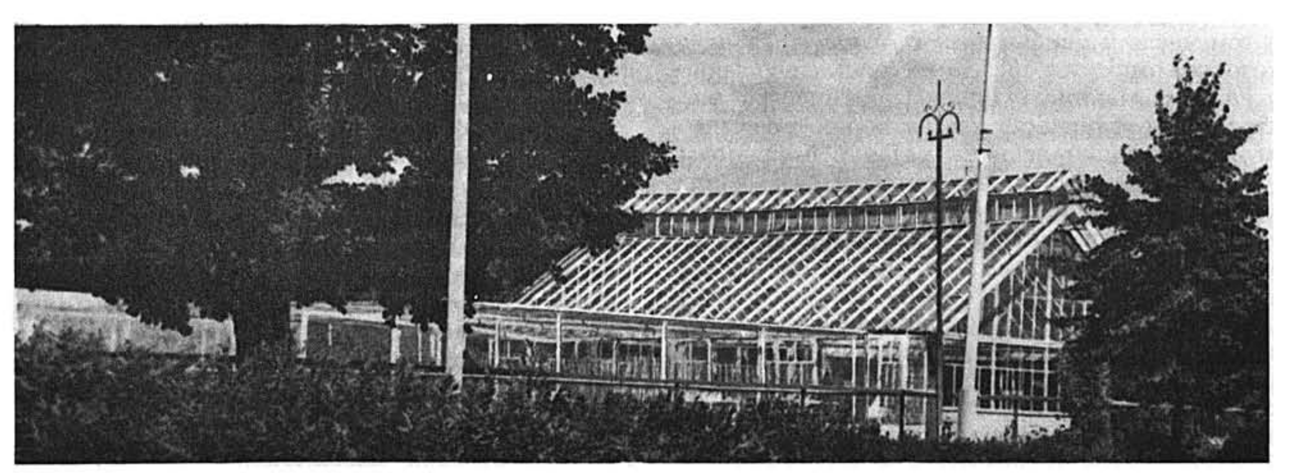
«Природа и охота», № 5, 1880 г.

ПАРИЖ. Новый род освещения. Существуют известные вещества, отличающиеся способностью фосфоресценции. Они поглощают лучи света и затем в темноте издают род мерцания, являющегося следствием выделения этих лучей. В последнее время техника начала уже пользоваться этой способностью самосветимости, так, например, в Париже приготовляют уже часы с самосветящими циферблатами, а профессор Нортон предложил недавно покрывать фосфоресцирующими веществами стены комнат и даже фасады домов, имея в виду, что эта светящаяся в темноте окраска могла бы до известной степени заменить уличное освещение.

«Еженедельное новое время», № 72, 1880 г.



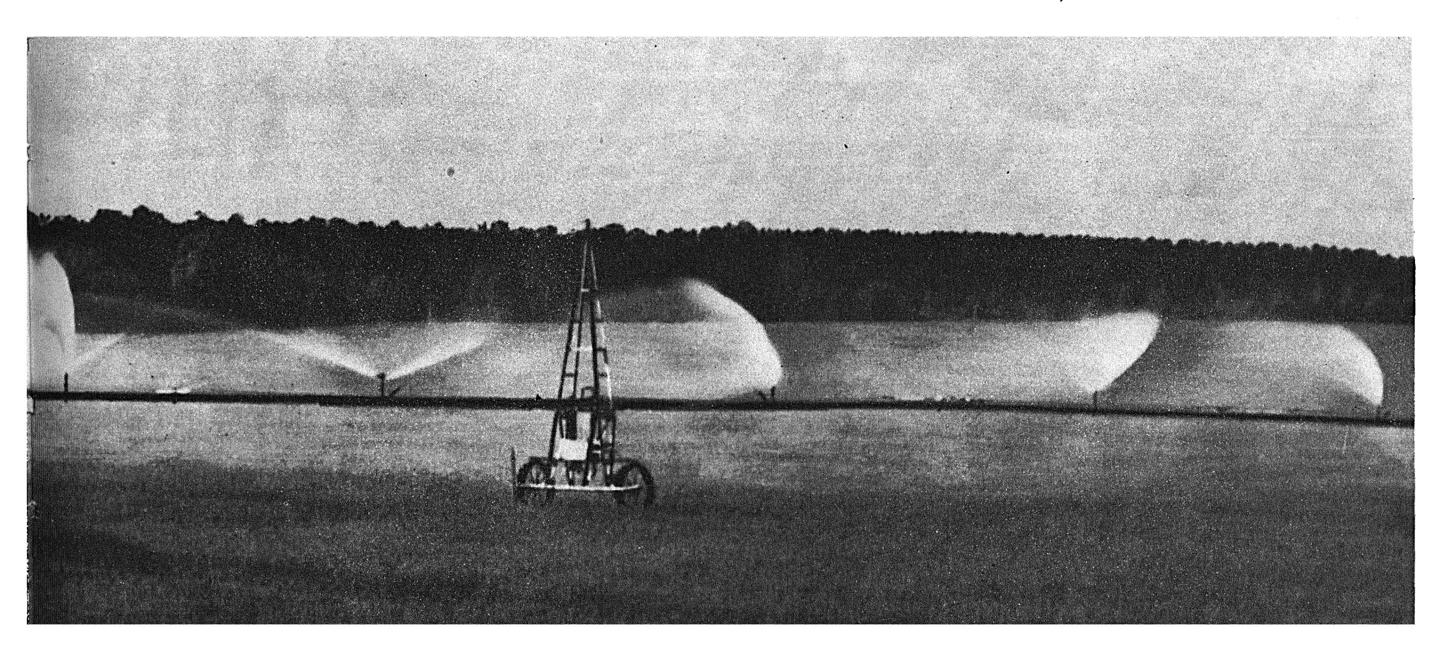




генетически закрепленным, есть основание после дополнительной проверки принять его за тест для отбора наиболее продуктивных форм растений.

Можно предположить, что такие формы кормовых растений стоят на более высокой стадии эволюционного развития, чем формы, не имеющие указанного морфологического признака и поэтому очень зависимые от суточных ритмических миграций элементов питания, особенно фосфора, в почве. В связи с меньшей фосфатной емкостью корешка энергетические системы таких растений вынуждены работать на формирование ответных реакций клеток при изменении внешних условий питания в ущерб ростовым процессам.

Уже сейчас исходя из новых данных есть основание говорить и о возможности существенно влиять (путем проведения различных агротехнических мероприятий) на поглотительно-выделительную деятельность растений, на перемещение элементов их питания. Так, наши исследования показали, что корневая система растений в результате своей поглотительно-выделительной деятельности существенно влияет на перемещение в почве даже таких малоподвижных ионов, как фосфор. В одном из наших опытов, проведенных в вегетационных сосудах с кукурузой и использованием меченого фосфора, было установлено, что в сосудах без растений (контроль) при внесении азота в почву значительной миграции фосфора в слоях почвы не наблюдалось, а вымывание его шло в очень незначительной мере. При наличии же растений в сосуде положение коренным образом изменилось: степень миграции фосфора в почве увеличивалась очень заметно, а вымывание его из почвы, по сравнению с контролем, возрастало в несколько десятков раз. В то же время очень значительно повышалось накопление фосфора в растениях. Таким образом, вызванное азотными удобрениями изменение соотношения ионов азота и фосфора в почвенном





Культурное пастбище. Фото И. И. Константинова

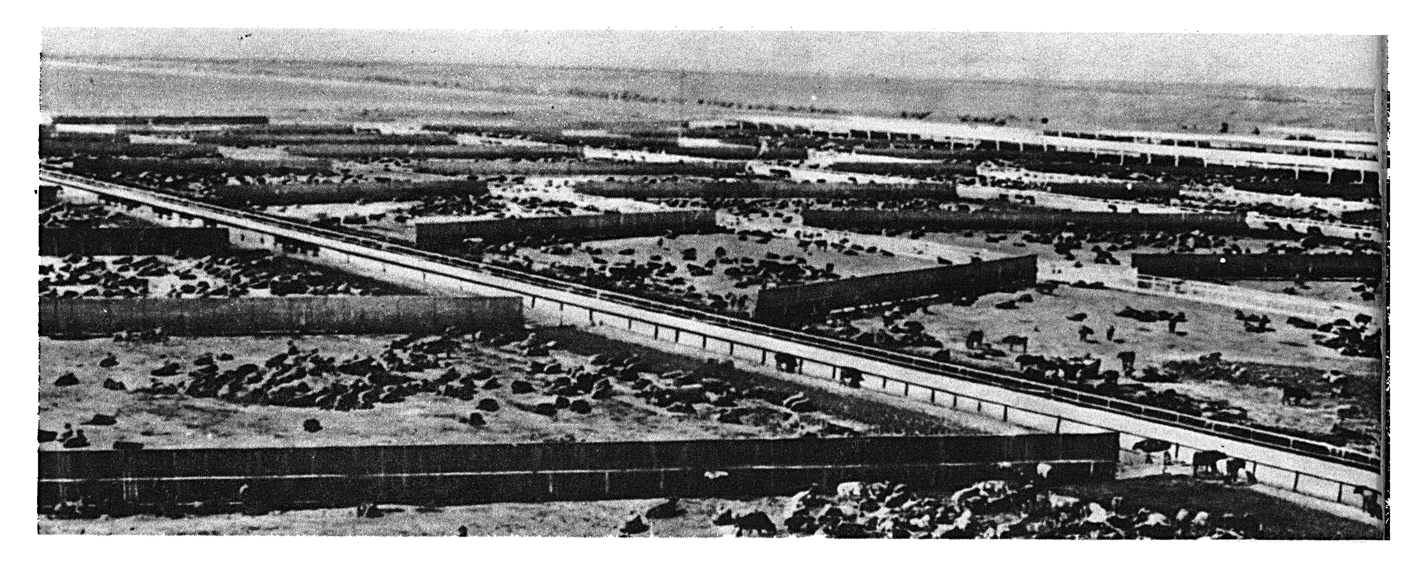
Полив культурного пастбища

Вегетационный домик и вегетационные сосуды для исследования питания растений

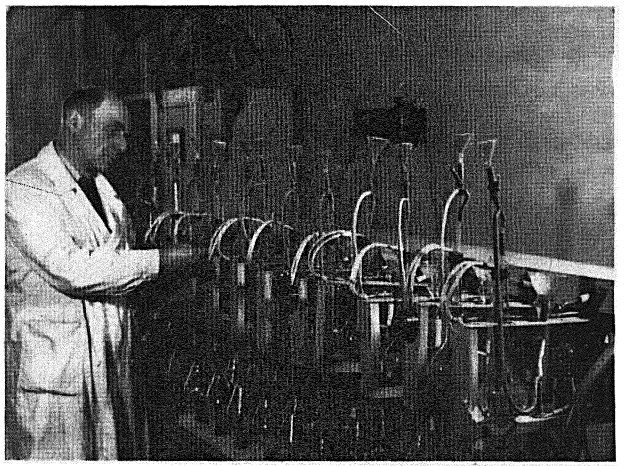
растворе обеспечивало лучшее поглощение последнего корнями растений. В то же время изменение физико-химического состава почвенного раствора и повышение биологической активности почвы, очевидно, за счет увеличения корневых выделений, приводило к лучшей растворимости фосфора и вымыванию его из почвы.

Следовательно, корневая система растений способна регулировать в известной мере растворимость и перераспределение фосфора в почве при изменении условий питания (в данном случае азотного, но аналогичные по своей сути изменения были отмечены и при внесении некоторых других ионов). Нетрудно оценить большую практическую значимость этого факта: регулируя концентрацию и соотношение питательных веществ в почве путем внесения соответствующих удобрений, можно в значительной мере изменять уровень фосфатного, например, питания растений, что в конечном счете оказывает большое влияние на урожайность растений.

Сходных результатов можно добиться и путем специального внесения фосфора в зону размещения деятельной части корневой системы растений, на чем, собственно, и основан уже сейчас широко используемый прием локального внесения гранулированного суперфосфата. Так достигается значительное повышение эффективности данного удобрения. Но это не все. В настоящее время широко известен факт повышения эффективности внесения фосфора в условиях недостаточного увлажнения. Очень вероятно, что фосфор как энергетический материал используется здесь растениями для генерирования биотоков в зоне корней, чтобы усилить процесс миграции ионов и улучшить тем самым условия питания растений при недостатке влаги.







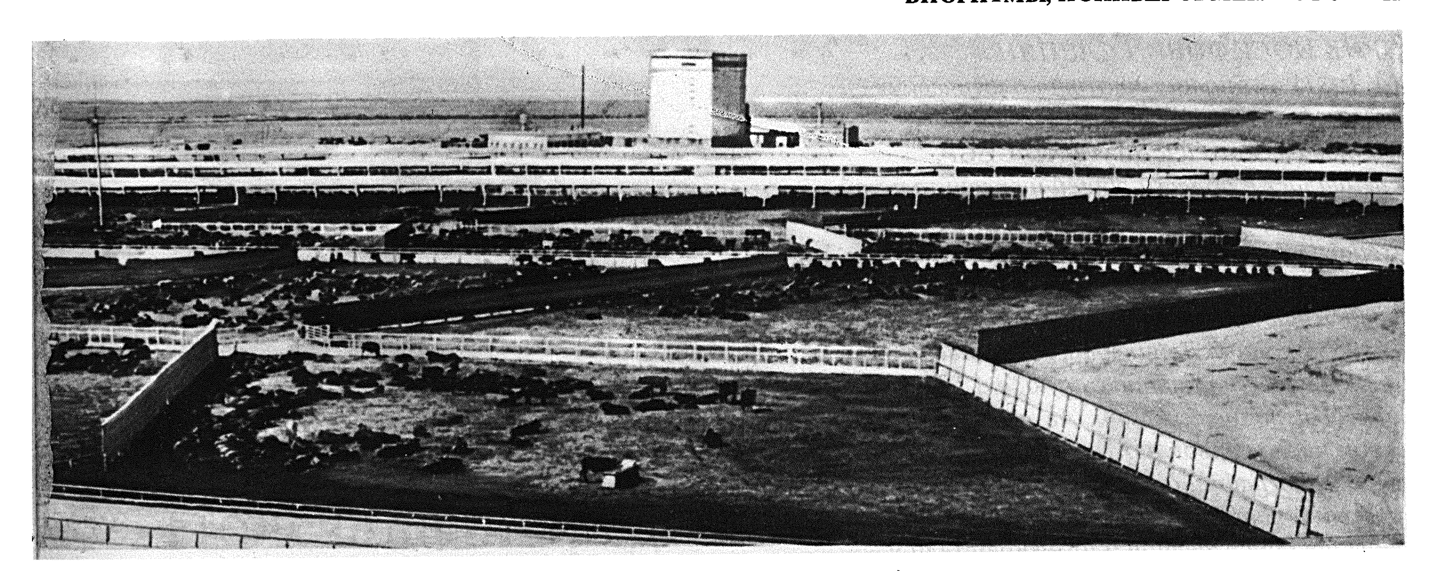
Современный животноводческий комплекс по откорму крупного рогатого скота (Украина)

Диспетчерская животноводческого комплекса

В колхозной лаборатории по определению качества кормов

Наконец, многочисленные наблюдения наших и других исследователей (С. И. Чернобривенко, Г. Грюммер, А. М. Гродзинский, Н. В. Обручева, В. И. Иванов и др.) показали, что выделяемые корнями растений в окружающую среду в значительном количестве органические вещества сильно влияют на рядом расположенные растительные особи того же и других видов. Они воздействуют на «соседей» как непосредственно, так и косвенным путем — через изменение условий развития ризосферной (прикорневой) микрофлоры и состава ее выделений, играющих важную роль в жизни растений. Это связано с тем, что ризосферная микрофлора, используя корневые выделения растений в качестве пищи и источника энергии, в процессе жизнедеятельности выделяет в окружающую среду продукты своего метаболизма, в том числе и физиологически активные вещества, оказывающие на корневую систему растений значительное стимулирующее или, наоборот, ингибирующее влияние. Состав корневых выделений, как известно, различен у разных культур и к тому же зависит от возраста, физиологического состояния и условий произрастания растений. Зная эту зависимость, можно пока в регулируемых (защищенный грунт), а затем и в обычных полевых условиях добиваться увеличенного сбора продукции с единицы посева.

Все это касается как хлебных, так и чисто кормовых культур. Но мы остановились на тех сельскохозяйственных культурах, которые являются основой развития животноводства. Совершенствование культурных пастбищ невозможно без тщательного исследования всех факторов, влияющих на развитие и урожайность тех или иных растений. Но хорошее пастбище — это только часть проблемы. Современное интенсивное животноводство, создавая государственные, колхозные и межколхозные комплексы и постепенно переходя на индустриальную основу, когда возрастает роль стойлового содержания скота, в свою очередь, требует улучшения условий произрастания кормовых растений, в частности, в районах самих комплексов, увеличения количества и питательности кормов.



Все приведенные нами данные свидетельствуют о том, что достижения современной науки в области физиологии растений имеют прямое отношение к продуктивности наших полей, а в конечном счете и животноводства. Развитию научных исследований, повышению их эффективности, ускорению научно-технического прогресса в сельском хозяйстве было уделено большое внимание на июльском (1978 г.) Пленуме ЦК КПСС.

Правильное использование удобрений с учетом взаимосвязи биоритмических процессов, ионного обмена и урожайности растений — один из важных резервов для выполнения намеченных июльским Пленумом мер по дальнейшему развитию сельского хозяйства.

ЭРИК ИОСИФОВИЧ СЛЕПЯН
(р. 1931) — биолог, доктор биологических наук, старший научный сотрудник Зоологического института АН СССР, специалист в области общей и сравнительной патологии роста и развития организмов (тератологии и онкологии), в особенности связанной с паразитизмом и воздействием повреждающих агентов.
В 1955 окончил Ленинградский университет. В 1963 защитил кандидатскую, а в 1968 — докторскую диссертации. Автор около 200 работ, в том числе первой в отечественной литературе монографии о патологическом росте у растений паразитарной природы «Патологические новообразования и их возбудители у растений» (1973). Более 20 лет ведет экспедиционные и лабораторные исследования форм патологического роста — головневых заболеваний кукурузы, килы крестоцветных, рака картофеля, свеклы и ряда древесных пород, галлов и уродств, вызываемых паразитами растений, реакции растений на воздействие трансформирующих химических соединений и т. д. Под его редакцией опубликованы первые сборники работ по основным аспектам изучения патологических новообразований у растений «Проблемы онкологии и тератологии растений» (1975), «Растения и химические канцерогены» (1978). Исследует также закономерности нарушения и восстановления экологических систем. Занимается обоснованием фитогигиены — области знания о гигиене растений и растительных сообществ, развивающихся в загрязненной среде, об их роли в обезвреживании среды от химических и в особенности канцерогенных загрязнителей. По темам своих исследований читает курсы в Ленинградском университете. Председатель Комиссии по проблеме патологических новообразований у растений Всесоюзного ботанического общества, член специализированного Ученого совета Научно-исследовательского института онкологии им. проф. Н. Н. Петрова Министерства здравоохранения СССР, член Рабочей группы проекта «Изучение загрязнения окружающей природной среды и его влияния на биосферу» программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» и ряда других организаций.



ЭРИК ИОСИФОВИЧ СЛЕПЯН

Полезные и вредные уродства растений

Как известно, название многих наук основано на использовании греческих слов, смысловая определенность которых — важное условие формирования научного языка. Одно из таких слов — греческое «терас», означающее уродство, порок строения и морфологического развития, дало начало наименованию науки о закономерностях возникновения и развития уродств, о путях их предотвращения и лечения, о том, как вызывать их в интересах теории и практики. Эта наука — тератология. Интерес к ней возник в далекой древности, на самой заре развития естествознания. Уродства, или тератоморфы (от греческого слова «морфе» — форма), привлекали к себе внимание Плиния Старшего и Авиценны, Марчелло Мальпиги и Гёте, К. Ф. Вольфа, Ж. Сент-Илера и Ч. Дарвина. Следует подчеркнуть, что если первоначально уродства вызывали интерес своей необычностью и их рассматривали лишь как следствие злого рока или небесной кары, то постепенно было осознано, что исследование и познание их природы исключительно важно и перспективно как в научном плане, так и для решения многих практических задач. Среди этих задач — профилактика возникновения уродств, избавление от них заболевших растений, селекция, повышение биологической продуктивности, поиски полезных ископаемых и т. д.

В наше время тератология обрела свой оригинальный язык, принципы и методы исследования, сохраняя тесную связь с большинством наук биологического, сельскохозяйственного, медицинского, географического и геологического циклов.

Тератоморфы чрезвычайно разнообразны. Их количество во многие десятки раз превышает количество органов, имеющихся у того или иного организма. Любой из органов может тератологически видоизменяться в различных направлениях. Если видоизменения в том или ином отношении отличаются друг от друга, то они приводят к возникновению уродств с несходными признаками. Вместе с тем уродства имеют и нечто общее, объединяющее их в особую категорию патологических нарушений. Самое главное заключается в том, что все это — морфологические пороки развития.

Их можно разграничить на пять основных категорий уродства: 1) клеточных органелл; 2) клеток и клеточных аппаратов; 3) тканей и тканевых систем; 4) органов и систем органов; 5) организма в целом в тот или иной срок его развития.

Уродства каждой категории весьма многообразны (Федоров, 1958; Слепян, 1968, 1970, 1973; Слепян и Каратыгин, 1968; Слепян и Богуславская, 1969, и др.). Характерный пример уродств клеточных органелл — лопастность, гигантизм или же карликовость ядер, значительное увеличение в размерах митохондрий, сопровождающееся повреждением их частей, различная деформация пластид, аппарата Гольджи и т. д. Демонстративные примеры уродств клеток и клеточных аппаратов выявлены при исследовании гамет (половых клеток), окружающих их тканей, клеток, регулирующих работу так называемых устьичных отверстий растений, и т. д. Половые клетки могут быть уменьшены или же увеличены, могут иметь неправильную конфигурацию, раздваиваться и т. д. У устьичных аппаратов обычны недоразвитие и взаимное смещение замыкающих и околоустьичных клеток, отсутствие некоторых из них и т. д. Показательный пример тератологических изменений тканей и тканевых систем — так называемая свилеватость, наблюдающаяся у древесины при многих механических повреждениях, заражении паразитами и т. д. Свилеватость проявляется в виде неправильного переплетения

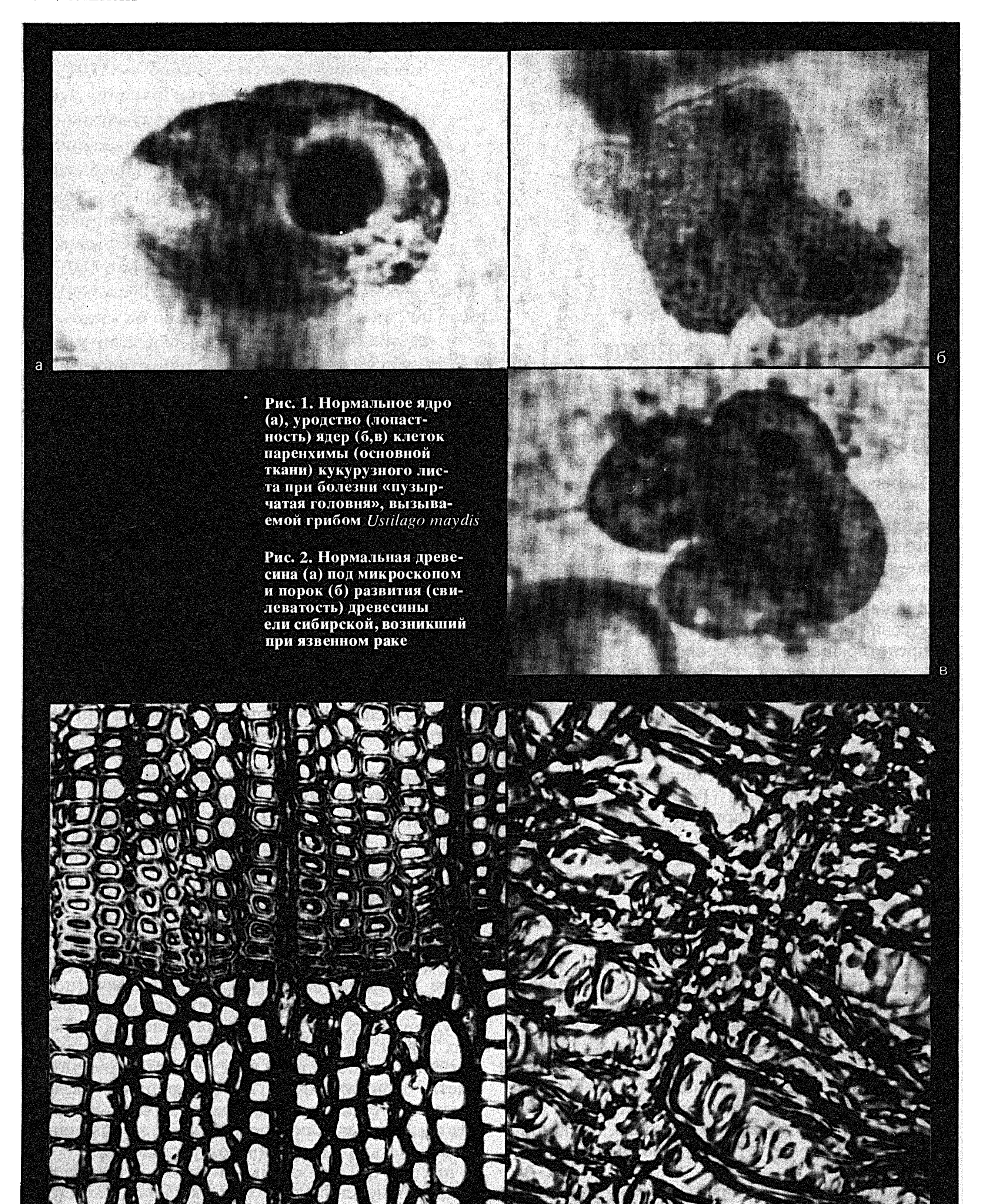


Рис. 1. Нормальное ядро (а), уродство (лопастность) ядер (б,в) клеток паренхимы (основной ткани) кукурузного листа при болезни «пузырчатая головня», вызываемой грибом *Ustilago maydis*

Рис. 2. Нормальная древесина (а) под микроскопом и порок (б) развития (свилеватость) древесины ели сибирской, возникший при язвенном раке

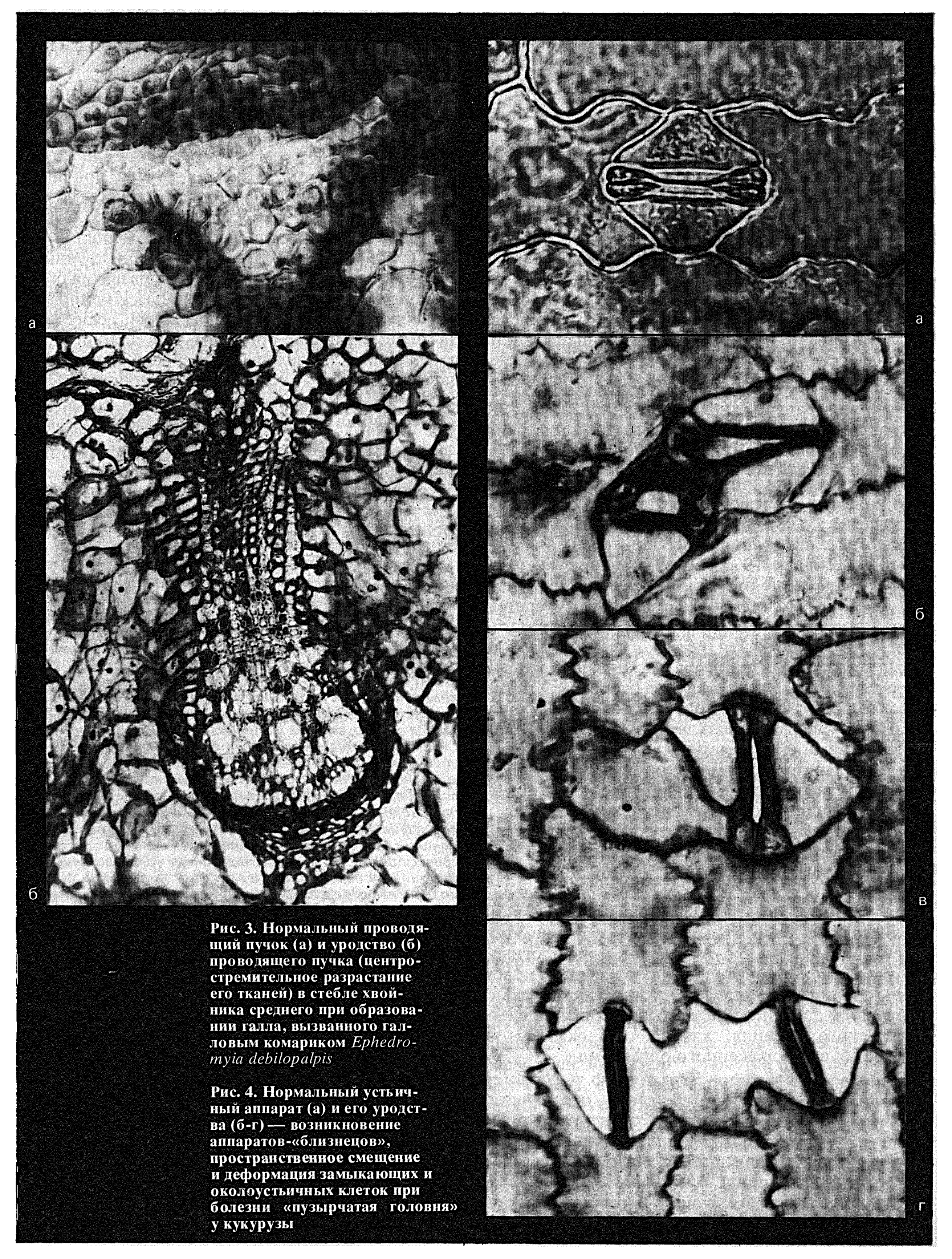


Рис. 3. Нормальный проводящий пучок (а) и уродство (б) проводящего пучка (центростремительное разрастание его тканей) в стебле хвойника среднего при образовании галла, вызванного галловым комариком *Ephedromyia debilopalpis*

Рис. 4. Нормальный устьичный аппарат (а) и его уродства (б-г) — возникновение аппаратов-«близнецов», пространственное смещение и деформация замыкающих и околоустьичных клеток при болезни «пузырчатая головня» у кукурузы

проводящих, механических и паренхимных клеток (ксилемы, флоэмы, склеренхимы, трахеид древесины хвойных), сопровождающегося их деформацией и недоразвитием.

Наиболее многочисленны примеры тератологического преобразования органов и систем органов. Общеизвестны махровость и израстание цветков и соцветий, недоразвитие семян и плодов, так называемые «ведьмины метлы» побегов, мелколистность, неправильное расчленение листьев и других органов и т. д.

Чрезвычайно разнообразны тератологические изменения, возникающие при формировании зародыша. Они проявляются как дефектное развитие, пространственное смещение и деформация семядолей и зародышевых почечки и корешка. В результате их возникновения нарушается нормальный рост как стебля и корневой системы, так и листьев. Примеры тератологического изменения растений в целом — их карликовость и гигантизм.

Таким образом, уродства встречаются у растений как бы на всех этажах их организации — от субклеточного до организменного, причем уродство каждого последующего этажа, как правило, включает в себя и уродства этажа предыдущего. К такому выводу привели сравнительные исследования (Слепян, 1973, и др.). Уродливые организмы непременно отличаются наличием уродливых органов и систем органов, тканей и систем тканей, клеточных аппаратов, клеток и их органелл.

Для каждого из этажей организации живых существ характерны свои основные типы пороков развития, и их можно положить в основу диагностического номенклатурного обозначения и рациональной систематической классификации уродств (тератоморф). Четкое наименование и объективная систематизация, как известно, — важное условие любого исследования. Вместе с тем единая общетератологическая номенклатура и классификация уродств, к сожалению, все еще не разработаны.

Естественно, что типы тератоморф — делимые категории, объединяющие классы, порядки, семейства тератоморф и т. д. Обособление этих категорий связано, во-первых, с морфологическими закономерностями пороков развития и, во-вторых, с патогенетической сущностью и ролью последних, с их значением в осуществлении патологического явления, какова, так сказать, их «тяжесть» для пораженного организма.

Многообразие типов тератоморф и характер их отличий друг от друга убеждают, что у растительных организмов нет таких структур, которые были бы устойчивы к воздействиям, вызывающим пороки развития и строения. В связи с этим возникает вопрос о причинах этих превращений, реально действующих в природе (о каузальной тератологии).

Сопоставление известных факторов и наблюдений над различными уродствами растений показывает, что причины, приводящие к порокам развития, в зависимости от их природы можно объединить в три группы: абиогенные причины — физические, химические или же механические агенты окружающей среды; биогенные причины, связанные с самими растениями или же с их обитателями, а также особая группа причин — последствия неправильно осуществляемых сельскохозяйственных и лесохозяйственных, горнотехнических, строительных и иных мероприятий.

Первоначальными и наиболее существенными в истории возникновения пороков развития были, безусловно, абиогенные причины. Именно они воздействовали на первичное живое вещество и на первые живые организмы, в частности, на древнейшие синезеленые водоросли цианофиты, давшие начало биогенному кислороду и тем самым развитию жизни в докембрии и кембрии. Именно абиогенные причины, но уже с большим

сто лет назад

ФРАНЦИЯ. В окрестностях Марселя электрический аппарат Румкорфа впервые употреблен был для особенного рода охоты. Давно было замечено, что многие перелетные птицы садятся целыми стадами на деревья, на которых для приманки помещено чучело этих же птиц. Выбрав же подходящее для этого дерево, ставят подле жердь, на ней, как на оси, укреплено колесо из тонкой медной проволоки. Чучело дрозда на верхушке жерди служит приманкой. Стадо дроздов, завидя чучело, садится на проволоку, соединенную с электрической батареей, удар которой мгновенно убивает всех сидящих на проволоке птиц, которые, как известно, чрезвычайно чувствительны к действию электричества. Эта забава подала мысль виноделу Дальмасу употребить тот же способ для истребления филоксер — бича виноградников. Обвивая кусты винограда проволокой и пропуская сильный электрический ток, он убивал мгновенно не только насекомых, но и их зародыши, чем спас свои виноградники и, по всему вероятию, получит сто тысяч франков, назначенных изобретателю верного от филоксер средства.

«Нива», № 2, 1880 г.

МЮНХЕН. Газета «Либерте» сообщает об изобретении замечательного инструмента, зоофона, воспроизводящего крик тридцати семи различных животных, между прочим и голос человека. Изобретатель, проживающий в Мюнхене, намеревается объехать со своим изобретением всю Европу.

«Природа и охота», № 5, 1880 г.

ИТАЛИЯ. Один из итальянских ювелиров напал на оригинальную мысль — изготовлять различные предметы украшения, части которых приводятся в движение посредством прерывистого тока. В итальянской иллюстрации помещены рисунок и описание булавки, изображающей собой человеческую голову, которая по желанию может стучать зубами и в разные стороны поворачивать глаза, сделанные из черного и бе-

количественным и качественным разнообразием, связанным с деятельностью человека, вызывают пороки развития и в настоящее время, в особенности при крайних, так называемых экстремальных условиях существования — жаре и холоде, повышенной инсоляции, пониженном содержании кислорода, дефиците и избытке воды и т. д.

Какие же конкретно воздействия неживой природы без участия и с участием человека вызывают пороки развития, возникновение уродств? Здесь следует начать с космогенных воздействий, которые с полным основанием можно считать одними из исторически первоначальных.

К ним относятся проникающее солнечное и космическое излучение, радиоизотопы космического происхождения. До самого недавнего времени большинство космогенных воздействий не зависело от деятельности человека. Однако в последние годы картина начинает меняться. Непреднамеренные воздействия на климат, развитие стратосферной авиации, увеличение объема аэрозоля в воздушном бассейне и т. д. изменяют характеристики непосредственного окружения нашей планеты. Результатом этого оказываются и количественные изменения в действии космогенных агентов, в частности излучения.

Вторая категория абиогенных воздействий, вызывающих пороки развития, — геофизические воздействия, возникающие в связи с местными гравитационными, магнитными, электрическими и радиационными отклонениями. Появление подобных отклонений зависит и от особенностей Земли как планеты и от направленности деятельности человека. Сооружение водохранилищ, рост площади и числа городов, передача энергии на большие расстояния, радиосвязь, разработка радиоактивных руд и некоторые другие мероприятия способны оказывать определенное влияние на геофизические характеристики отдельных территорий, изменять и в основном увеличивать меру их тератогенной активности.

Третья категория абиогенных воздействий — воздействие местных, приуроченных к отдельным географическим пунктам экологических особенностей обитания растений. Это в первую очередь температурные и световые колебания, пониженное содержание кислорода, дефицит или же избыток влажности, отклонения спектрального состава света. Человеческая деятельность оказывает на интенсивность упомянутых воздействий и на их географическое распространение все большее и большее влияние. Сюда относятся искусственная мелиорация и ирригация, химически индуцированное выпадение осадков, повышение или же понижение температуры почвенного покрова и приземного слоя воздуха и т. д.

Четвертая категория абиогенных воздействий — воздействия природных и техногенных (связанных с промышленностью и транспортом) так называемых трансформирующих химических элементов, соединений и их комплексов (химических трансформеров, — Слепян, 1977).

Химические трансформеры — одни из важнейших среди агентов, изменяющих жизнь и историческую судьбу живых организмов. Характерная особенность этих веществ — способность в зависимости от концентрации и длительности воздействия, а также от возраста и генотипических отличий того или иного организма вызывать у него в различных сочетаниях возникновение опухолеподобных процессов, опухолей и (или) уродств, мутаций половых клеток и клеток тела, а также стимуляцию роста, продуктивности и т. п. (Слепян, 1970; Габараева и Слепян, 1975; Слепян и Норкина, 1976; Слепян, 1977, 1978, и др.). Некоторые из трансформеров, например, ряд N-нитрозосоединений, обладают и противоопухолевой активностью. У более низкоорганизованных живых существ химические трансформеры чаще вызывают уродства и мутации половых клеток, а у более высокоорганизованных — опухоли и мутации клеток тела.

Химические трансформеры чрезвычайно разнообразны. К ним принадлежат некоторые элементы, например, селен, никель, цинк, мышьяк, многие полициклические ароматические углеводороды, в частности, такие, как бенз(а)пирен и 3-

лого бисера. На другом рисунке изображена бриллиантовая булавка, купленная за весьма дорогую цену княгиней Меттерних. На ней посажена бабочка, которая под влиянием электрического тока двигает усиками и крыльями. У третьей булавки головка представляет автомат, бьющий в бубны. Все упомянутые предметы посредством тонких серебряных проволок находятся в сообщении с крошечной батареей, носимой в кармане

«Технический сборник», № 7, 1880 г.

ПЕТЕРБУРГ. Прошлой зимой в виде опыта приведено в исполнение в Петербурге одно из весьма интересных применений электричества и дало оно такие неожиданные результаты, которые доказали необходимость постановки этого дела в более широких размерах. Мы говорим о применении электричества к фотографии Хотя возможность фотографирования при электрическом свете давно уже доказана, но применение на практике, к делу, началось с изобретения американским фотографом Вандервайде аппарата, который позволяет направлять и регулировать свет так, что, не ослепляя глаз, он освещает ровным, мягким светом.

«Электричество», № 8—9, 1880 г.

ПЕТЕРБУРГ. Немалые удобства представляет электрическое освещение и по отношению к печатанию, т. е. к переводу негативных снимков на бумагу. В осенние и зимние дни фотографическое производство затруднено, особенно печатанием. Так, например, чтобы отпечатать в декабре дюжину оттисков, надо по крайней мере двенадцать дней, но чаще всего более. Каждый оттиск требует от одного до двух дней. При электрическом свете оттиск вполне отпечатывается в 75 минут. Недавно был случай, что одна дама, уезжавшая с семичасовым вечерним поездом в Москву, снималась в тот же день в три часа и в шесть часов получила свой портрет совершенно готовым.

«Электричество», № 8—9, 1880 г



Рис. 5. Уродства початка кукурузы сорта Воронежская 76 при болезни «пузырчатая головня». Видны пузыревидно разросшиеся зерновки, заполненные мицелием и спорами гриба



Рис. 6. Уродства почек на клубне картофеля при раке, вызванном паразитическим грибом *Synchytrium endobioticum*



Рис. 7. Уродство плода крушины, зараженного паразитическим грибом *Puccinia coronifera*

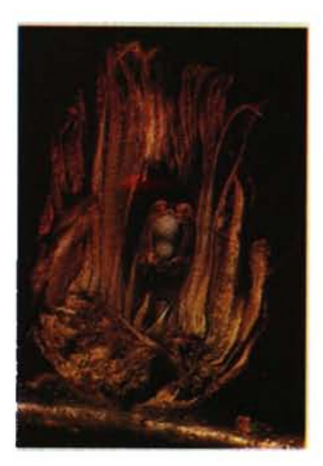


Рис. 8. Уродство почки дуба черешчатого, зараженной паразитическим перепончатокрылым насекомым — орехотворкой *Andricus fecundator.* **В центре видна камера с личинкой орехотворки**

метилхолантрен, большое число N-нитрозосоединений (нитрозоаминов и нитрозоалкилмочевин), аминоазосоединения, карбаматы, флюорены, производные индола и т. д. Химические элементы, обладающие трансформирующей активностью, а также многие трансформирующие химические соединения образовались задолго до возникновения первых живых существ. Поскольку они содержатся и в воздушном, и в водном бассейнах, а также в литосфере, их, безусловно, следует считать агентами, воздействовавшими на первичные организмы. Возможно, что некоторые из трансформеров, обладающих, например, каталитическими свойствами, сыграли и определенную роль в процессе возникновения жизни.

В настоящее время и качественное разнообразие и содержание химических трансформеров в живой оболочке Земли все более и более возрастают. Причин здесь много. Назовем лишь основные. Химики ежегодно синтезируют тысячи новых соединений, часть которых нередко обнаруживает неожиданную трансформирующую активность. Все еще не разработаны теоретические принципы и практические методики предотвращения попадания в обитаемую среду опасных химических продуктов человеческой деятельности. Добыча полезных ископаемых (руд, нефти и т. д.) нередко приводит к высвобождению целого ряда химических трансформеров и, таким образом, к увеличению их содержания в среде. Многие природные бедствия, например лесные пожары, также вызывают рост количества химических трансформеров в воздухе, в воде и в почве. Так, при горении древесины образуется упомянутый выше бенз(а)пирен.

Изложенное убеждает, что абиогенные воздействия, способные вызвать у растений пороки развития, уродства, многообразны и повсеместны. И если ранее их активность не зависела от человека, то в настоящее время его деятельность — реальный фактор, оказывающий влияние на болезнетворные начала косной природы и во многом их усиливающий. В связи со сказанным важнейшая задача, требующая незамедлительного решения, — поиск и применение радикальных путей защиты растений от повреждения агентами, вызывающими пороки развития.

Все более и более значимыми становятся также биогенные воздействия, связанные в своем возникновении и проявлении с природой пораженных растений и с их обитателями.

Назовем главные причины изменения генетической конституции растений, которые могут быть ответственны за возникновение у них уродств. Это скрещивание друг с другом растений разных сортов, видов или же родов (более или менее отдаленная гибридизация), близкородственное скрещивание растений одного сорта или вида (инцухт), повышение интенсивности роста и развития и биологической продуктивности гибридов растений (гетерозис), претерпевших близкородственное скрещивание, развитие растений не из оплодотворенной яйцеклетки, а из других клеток генеративной сферы (апомиксис), а также естественные, чисто случайно (вероятностно) возникающие отклонения в строении и функционировании информационных макромолекул (ДНК и РНК), отдельных хромосом и их локусов, ядерного и ядрышкового аппарата в целом.



Рис. 9. Уродство почки ивы ломкой — «розовидность», вызванное паразитической мухой — галловым комариком *Rhabdophaga rosaria*



Рис. 10. Уродство почки ивы ломкой — «вздутая почка», вызванное паразитической мухой — галловым комариком *Rhabdophaga terminalis*



Рис. 11. Уродство бутонов горчицы полевой *Sinapsis arvensis*, **вызванное галловым комариком** *Contarinia nasturtii*



Рис. 12. Уродство почек полыни — «ватный комок», вызванное паразитической мухой — галловым комариком из рода *Boucheella*

Подобные отклонения в большом числе — следствие возрастных изменений, старения, хотя появляются они и под влиянием факторов окружающей среды, упомянутых выше. Важно, что такие «ошибки» могут возникнуть как в клетках тела растения, в особенности в так называемых образовательных (меристематических), так и в половых клетках (гаметах). При их возникновении в образовательных клетках уродливым обычно становится орган или ткань, которой эти клетки дают начало, — почка, лист, цветок, ткани коры и т. д. Если же ошибки возникают в половых клетках, то те или иные уродства появляются в потомстве.

Исключительно широко распространены в природе уродства растений, вызванные их обитателями, в основном теми или иными потребителями (консументами). Потребители растений чрезвычайно разнообразны и многочисленны. Ими являются возбудители различных болезней и вредители растений — вироиды, вирусы, бактерии, микоплазмы (особые микроорганизмы, не имеющие оболочки), грибы, некоторые водоросли и паразитические цветковые растения, а также паразитические растениеядные круглые черви, четырехногие клещи и различные насекомые (многие тли, бабочки, жуки, перепончатокрылые — пилильщики и орехотворки, двукрылые, в основном галловые комарики и т. д.). Во многих систематических группах обитателей растений имеются возбудители уродств. Количество их видов и численность весьма велики. Существенно, что возбудители каждого вида способны поражать растения также лишь определенных видов и особые их органы. Образ жизни возбудителей уродств чрезвычайно специализирован. В настоящее время накапливается все больше и больше сведений, убеждающих, что способность вызывать уродство тех или иных органов растений и использовать уродливо преобразованные органы как среду обитания и источник пищи дает возбудителям определенные преимущества в борьбе за существование, обеспечивая им защиту от повреждающих воздействий внешней среды, паразитов и хищников, оптимальные условия питания и развития (Слепян, 1966, 1968, 1973).

Третья группа тератогенных причин связана в основном с развитием сельского и лесного хозяйства, с их интенсификацией, с применением для этой цели различных химических препаратов и физических методик повышения урожая, его сбора и сохранения (Слепян, 1975). Наиболее часто возникновение уродств у растений наблюдается при неправильном применении пестицидов, регуляторов роста растений, ограничителей испарения, противоэрозионных пленок, удобрений, импульсного электрического освещения, искусственного дождевания, а также проникающего излучения, применяемого, в частности, в мутационной селекции, и т. д. Естественно, что такой эффект наблюдается лишь в тех случаях, когда регламент использования тех или иных препаратов и воздействий нарушается, когда они применяются в больших дозах и с неправильными, большей частью продленными сроками. Хорошо известны, например, уродства, вызываемые у растений такими препаратами, как ДДТ, гранозан, ГХЦГ и т. д.

Следует отметить, что значительный в ряде случаев болезнетворный эффект, вызываемый



Рис. 13. Уродство почки тополя душистого, вызванное тлей *Pemphigus bursarius*



Рис. 14. Уродство верхушечной почки (слева и справа) самшита *Buxus sempervirens,* **вызванное насекомым листоблошкой** *Psylla buxi*



Рис. 15. Уродство цветка ясеня обыкновенного, вызванное паразитическим четырехногим клещом *Aceria fraxinivora.* **Справа и слева — плоды, образовавшиеся из незараженных цветков**



Рис. 16. Уродство — пустоколосость пшеницы сорта Мироновская-808, приводящее к недоразвитию колосков и зерновок (справа нормальный колос)

химическими сельскохозяйственными и лесохозяйственными препаратами при их неправильном применении, в особенности способность этих препаратов вызывать уродства, был использован и для воздействия на природную среду в целях насильственного экоцида. Подобные препараты, в частности, такие, как препарат, известный под именем «голубой», были применены в свое время американцами для уничтожения тропических лесов во Вьетнаме.

Наконец, следует отметить, что пороки развития возникают у растений при их травмировании — его могут вызывать растениеядные позвоночные (например, лоси, зайцы), питающиеся побегами, корой, листьями, а также сельскохозяйственные и иные машины и агрегаты. Широко распространено, например, травмирование механизмами плодов и семян, в результате которого образуются уродливые проростки.

В природных условиях воздействия различных агентов, вызывающих пороки развития, уродства, обычно взаимосвязаны. Известна взаимосвязь химических и физических, абиогенных и биогенных агентов, воздействующих на растительные организмы в самых различных сочетаниях. Иногда одни агенты ограничивают, ослабляют воздействие других. Показательный пример сказанного — ослабление действия проникающего излучения (радиационного эффекта) при понижении температуры (гипотермии) и уменьшении содержания кислорода (гипоксии). Воздействие радиации усиливается в присутствии кислорода. Эффект такого усиления и называется кислородным. Было установлено далее, что скрытые повреждения, вызванные проникающим излучением в генетическом аппарате тех или иных организмов, проявляются у них при некотором нагревании.

Вне зависимости от причины, от действия того или иного конкретного агента все вызываемые им изменения объединяются в две категории — ненаследственные и наследственные пороки развития и строения. В настоящее время в наибольшей мере исследованы тератоморфы первой категории. Эти тератоморфы обозначаются как онтогенетические (поскольку они наблюдаются лишь на протяжении индивидуального развития пораженного организма) или же как независимые от генотипа (так как их возникновение не связано с какой-либо мутацией). Нередко для указания на них используется и термин морфоз (отклонение формы), позволяющий описывать тератоморфы, вызываемые химическими элементами и соединениями, как хемоморфозы; тератоморфы, индуцируемые проникающим излучением, — как радиоморфозы; температурными воздействиями — соответственно как термоморфозы и криоморфозы, механическими повреждениями — как механоморфозы; отклонениями силы тяжести — как гравиморфозы, и т. д. Важнейшее значение имеют тератоморфозы, вызываемые растениеядными организмами, ведущими большей частью паразитарный образ жизни (Слепян. 1973).

Тератоморфы, причина которых — заражение растения соответствующим вироидом, вирусом, бактерией, микоплазмой, грибом, круглым червем, клещом или насекомым, описываются как паразитарные (или паразитогенные).

Категория наследственных тератоморф с ге-





Рис. 17. Уродство — коленчатое изгибание — колоса пшеницы сорта Мироновская-808



Рис. 18. Уродство ветви сосны обыкновенной — «ведьмина метла»



Рис. 19. Уродство клубней картофеля сорта Лорх (так называемый «Двойниковый клубень») — результат неравномерного увлажнения при засухе в период формирования клубня

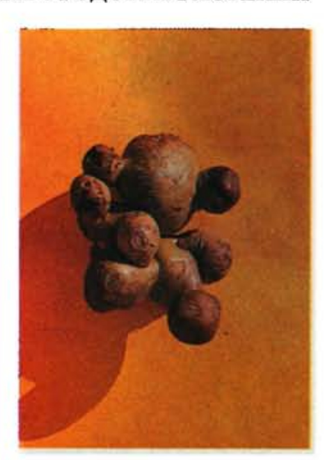


Рис. 20. Уродство клубней картофеля сорта Лорх (так называемый «Клубень с детками») — нередкое следствие наступления обильных дождей вслед за засухой в начальные сроки формирования клубня

нетической точки зрения неоднородна, так как в ней объединены следствия мутаций половых клеток и мутаций клеток тела. Важно подчеркнуть, далее, что природа мутаций, ведущих к возникновению пороков развития, морфологических уродств, также неодинакова. Могут быть мутации генов ядра, отдельных хромосом и набора хромосом ядра в целом, цитоплазматические мутации.

Наследуемые уродства растений, связанные с мутациями, возникшими в половых клетках (гаметах), исследованы крайне неполно, сведения о них фрагментарны и не позволяют создать такое же объективное представление о наследственной патологии растений, какое в настоящее время создано о наследственной патологии человека и некоторых животных. Однако необходимые факты накапливаются. Этому в значительной мере способствуют успехи в области мутационной селекции растений, где применяются разнообразные физические и химические агенты, во многом сходные с теми, которые действуют в окружающей природной среде. Наиболее известны и исследованы сейчас увеличение и уменьшение числа хромосом в хромосомном наборе (полиплоидия, анэуплоидия, гаплоидия), а также различного рода нарушения в строении одной или нескольких хромосом — хромосомные аберрации. Существенно, что упомянутые нарушения могут возникать в гаметах или же в клетках тела растений, и с этим может быть связано возникновение наследуемых тератоморф и так называемых спортов — тератоморф тех или иных органов (побегов, почек). Возникновение мутаций в клетках тела растения (соматических мутаций) приводит к значительному увеличению естественного разнообразия этих клеток по генотипическим особенностям. Результат этого — большая или меньшая генетическая мозаичность осевых органов (корня, стебля), почек, листьев, цветов, плодов, приводящая к химерности упомянутых органов или же растения в целом.

Выявление и исследование обеих упомянутых категорий тератологических преобразований, встречающихся у растений (связанных и не связанных с нарушением генетического аппарата), позволили установить, что они во многом сходны по сущности и направленности свойственных им изменений внешнего и внутреннего строения пораженных частей.

Это привело к важнейшему заключению об определенном параллелизме наследственных и ненаследственных тератологических преобразований, иначе говоря, о том, что тератоморфы, вызываемые теми или иными паразитическими организмами или же неожиданно изменившимися экологическими условиями окружающей среды (температуры, освещения и т. д.), нередко морфологически одинаковы с тератоморфами, возникшими вследствие тех или иных мутаций (Слепян, 1958, 1960 и др.). Первые тератоморфы приобрели значение и начали исследоваться как своего рода модели (фенокопии) вторых. Подобный подход дал возможность создать более широкое представление о принципиально возможных направлениях наследуемых тератологических преобразований у растений, а это важно для изучения закономерностей их эволюции и индивидуального развития.

Особое значение приобрел вывод о параллелизме наследственных и ненаследственных тера-



Рис. 21. Уродство корнеплодов моркови, образовавшееся в результате их множественного срастания



Рис. 22. Уродство плодов абрикоса — так называемое близнецовое срастание



Рис. 23. Уродство плодов винограда — близнецовое срастание и недоразвитие одного из плодов



Рис. 24. Уродство плода клена платановидного — трехчленная крылатка

тологических преобразований для общей и сравнительной патологии растений. До недавнего времени наиболее важными среди патологических явлений у растений считались ненаследственные пороки развития, которые вызываются вредными организмами, промышленными загрязнениями среды, нарушением агротехнических условий выращивания, воздействием погодных условий. Однако теперь возникает убеждение в том, что в будущем более существенное значение приобретут наследственные патологические явления у растений. Основание для этого вывода — промышленный прогресс, урбанизация и возрастание силы естественных и зависимых от деятельности человека повреждающих агентов окружающей среды, обладающих мутагенной активностью, способностью увеличивать наследственную изменчивость растительных организмов. Поэтому сведения о наследственных тератоморфах на основе вывода о параллелизме — важнейшее и необходимое условие для изучения наследственных тератоморф, для разработки теории наследственной тератологии растений и их патологии в целом.

Значение уродств в жизни растений можно оценить, лишь выявив морфологические способы (модусы) их возникновения и развития. Сравнительные исследования показали, что, несмотря на поразительное разнообразие уродств, число этих способов не бесконечно, а, напротив, сравнительно невелико. Отличия уродств растений друг от друга большей частью связаны с тем, что отдельные способы морфологических нарушений могут по-разному сочетаться друг с другом (Слепян, 1973). Характер такого сочетания (плеяды модусов) и определяет в основном морфологическую природу уродства. Естественное влияние на нее оказывает также морфофункциональное своеобразие поражаемого органа, отражающее его предназначение в организме, а также возрастное состояние органа к моменту тератогенного воздействия, так как от завершенности структурного развития зависит возможность преобразования в том или ином направлении. Уродства каждого из органов растения будут, естественно, по ряду признаков различаться в зависимости от того, когда эти органы были поражены — в начале их формирования или же ближе к его концу.

Сравнение уродств растений друг с другом показало, что число важнейших морфологических способов их возникновения и развития равно восьми (Слепян, 1973). Это — уменьшение размера и объема (карликовость, или нанизм) или увеличение размера и объема (гигантизм), уменьшение (олигомерия) или же увеличение (полимерия) числа, срастание или же неправильное расчленение, нарушение конфигурации — деформация (уплощение, расширение, выпячивание, загибание и т. д.) и пространственное смещение (дистопия) тех или иных пораженных частей организма.

Каким же путем могут реализоваться эти способы? Оказалось, что существенная роль в возникновении и развитии уродств принадлежит отклонениям в циклах жизнедеятельности клеток (клеточных циклов), составляющих ткани поражаемых органов. Такими отклонениями оказываются увеличение числа и длительности деления клеток, ведущее нередко к избыточному клеточному размножению (пролиферации), уменьшение



Рис. 25. Уродство листа капусты белокочанной — листоподобные выросты на жилках (энации)



Рис. 26. Уродство ствола вишни, вызванное его обвязыванием в период роста и сопровождающееся возникновением древесины со свилеватым строением



Рис. 27. Уродство цветка колокольчика персиколистного *Campanula persicifolia* **— удвоенный венчик**



Рис. 28. Уродство цветка мака снотворного — махровость (садовая форма)

числа и длительности делений клеток по сравнению с нормальными, чрезмерное увеличение размеров клеток (их гипертрофия), а также нарушение контактов клеток друг с другом (отслоение) и утолщение их оболочек, большей частью вызванное одревеснением. В результате упомянутых процессов изменяются параметры пораженных частей растений, в целом нарушается их нормальное формирование.

Способы тератологического преобразования во многом связаны также с нарушением соотносительного развития поражаемых частей растений во времени. Во-первых, тератогенное воздействие может привести к нарушению нормальной синхронности развития этих частей. Следствием такого нарушения нередко оказывается бóльшая сформированность одной части по сравнению с другой, что представляет собой очевидный порок развития. Во-вторых, тератогенное воздействие может привести к значительному ускорению или замедлению процессов формирования тех или иных частей, что изменит согласованность в соотношении их размеров и структурной дифференциации и также вызовет порок развития. В-третьих, результатом тератогенного воздействия нередко оказывается незавершенность структурной дифференциации, своего рода блокирование ее на том или ином ранее достигнутом уровне.

Таким образом, основные способы возникновения уродств у растений хотя в целом и немногочисленны, но достаточно сложны и отражают серьезные и глубокие патологические изменения у растительного организма. Сочетания этих способов могут быть любыми, чему дает неограниченное число примеров тератология растений. Наиболее обычны уменьшение или же увеличение числа тех или иных частей в сочетании с изменениями их размеров, так что если поражены узлы или междоузлия стебля, мы видим карликовость или гигантизм всего растения. Характерны сочетания срастания частей при одновременном разрастании их (увеличении размеров) и деформации. При этом возникают, например, сросшиеся уплощенные стебли. Неправильному расчленению частей обычно сопутствует их смещение относительно друг друга и деформация. Так бывает часто, например, у листьев.

В большом числе случаев сочетания способов тератологического преобразования оказываются множественными, и это приводит к возникновению тяжелых пороков развития, комплексных уродств. Преимущественно такие уродства наблюдаются у сложных органов растений, состоящих из морфологически и функционально различных частей, например, у почек, побегов, бутонов, цветков и соцветий, плодов.

Установление числа основных морфологических способов возникновения и развития уродств и их наиболее обычных сочетаний дало возможность сопоставить друг с другом уродства однозначных органов, встречающихся у растений из систематических групп с различной степенью эволюционного родства. Такое сопоставление оказалось важным. Во-первых, оно указало на фундаментальное сходство уродств одних и тех же органов (например, почек, листьев, цветков) в пределах той или иной исторически, филогенетически обособившейся группы растений (например, рода, семейства, порядка). Во-вторых, оно дало



Рис. 29. Уродство стебля живокости *Delphinium cultorum* — уплощенность (фасциация). Справа — нормальный стебель



Рис. 30. Уродство цветоносного стебля сахарной свеклы Льговский гибрид — уплощенность (фасциация)



Рис. 31. Уродство листьев сирени обыкновенной — расчленение и неправильное разрастание листовой пластинки

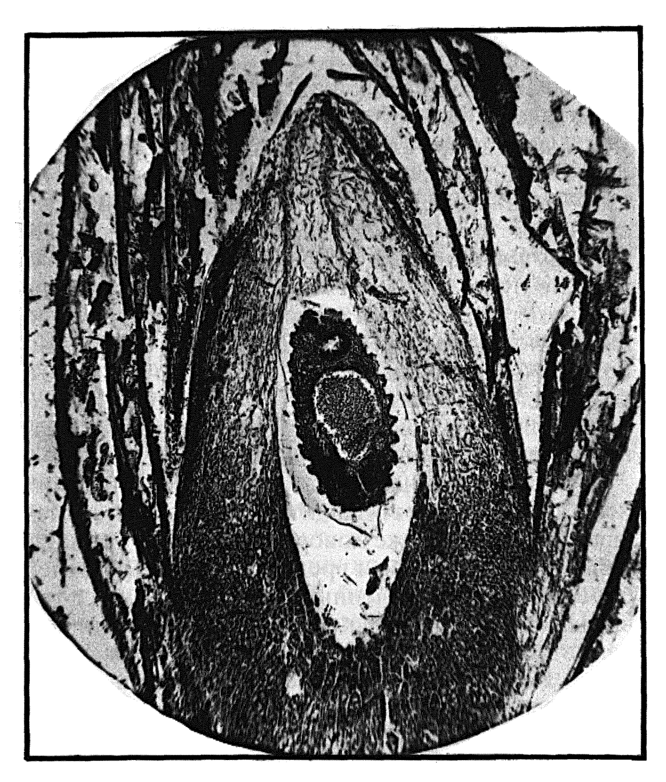
Рис. 32. Личинка галлового комарика *Asiodiplosis syrdarjensis* — возбудителя уродства почки солянки деревцевидной *Salsola arbuscula* — в зараженной почке

возможность объединить уродства по их морфологической характеристике в определенные ряды (например, махровости цветков, уплощение стебля и т. д.), во многих из которых прослеживается тенденция к усложнению строения. В-третьих, оно позволило по наличию у растений исследуемой систематической группы уродств одного морфологического типа предсказать существование других. В-четвертых, оно явилось основанием для вывода о принципиальном сходстве способов тератологического преобразования низших и высших растений в пределах их основных систематических групп. Наконец, в-пятых, оно привело к существенному итогу — представлению о том, что изменчивость частей растений, возникающая в результате порока их развития, может быть оценена как особая категория — категория тератологической изменчивости. Тем самым появилась перспектива в более полной мере выявить нормальные характеристики внешнего и внутреннего строения растений каждого вида, исследовать их надежность и устойчивость, определить амплитуду их возможных колебаний. Нельзя не отметить, что объединение уродств растений в определенные ряды, существование этих рядов подтвердило установленный Н. И. Вавиловым так называемый закон о гомологических рядах в наследственной изменчивости, имеющей важнейшее значение при исследовании филогенеза (исторического развития) растительных организмов.

Вне зависимости от того, каким путем появляются те или иные уродства растений, их развитие представляет собой сложный и последовательный процесс. Своего окончательного внешнего и внутреннего строения уродливо преобразованные части растений достигают не сразу, а постепенно, с чередованием определенных этапов. Важно отметить, что возникновение уродств большей частью приурочено к определенным периодам жизненного цикла растений. На их протяжении растения наиболее уязвимы для повреждающих воздействий, в связи с чем эти периоды называются критическими. Это периоды развития зародыша, закладки почек на побегах, образования в почках зачатков листьев и элементов цветка и т. д.

В значительной мере вне зависимости от того, на каком критическом периоде индивидуального развития началось возникновение уродств, процесс их формирования может быть подразделен на ряд преемственных этапов (Слепян, 1973, и др.). Важнейшие из них — торможение развития части растения, претерпевающей тератологическое преобразование (ретардация); возникновение структурных изменений, определяющих направление и план последующих тератологических преобразований (антиципация), возникновение уродства в его окончательном виде и, наконец, отмирание пораженных частей растения.

Упомянутая последовательность этапов может быть обнаружена при развитии уродств, по-видимому, большинства частей растения. Вместе с тем биохимические механизмы возникновения и последующего развития уродств, безусловно, многообразны. Наиболее обычны: включение генетического материала паразита — возбудителя уродства — в генетический материал заражаемого растения (интрогрессия генома или части генома паразита в геном его хозяина); торможение (ингибирование) или же стимуляция активно-



сти гормонов, регулирующих рост и развитие пораженной части растения; пространственное перераспределение этих гормонов между непосредственно пораженной и непораженными частями растения; взаимозависимое изменение активности одного гормона при изменении активности другого; локальное увеличение содержания регуляторов роста при задержке процессов синтеза клеточных белков и одревеснения оболочек растительных клеток, а также при разложении белков и лигнина; ослабление или же усиление проницаемости клеточных мембран для соединений, оказывающих влияние на деление и дифференциацию клеток, и некоторые другие. Есть основания предполагать, что во многих случаях к возникновению уродств приводит не один, а несколько механизмов, включающихся параллельно или же последовательно (Слепян и Гуревич, 1971, 1972; Слепян, 1973; Гуревич и Беккер, 1977). Их запуск и ведет к тем нарушениям индивидуального развития, которые выражаются в виде уродств.

В связи с тем что нормальное строение и функционирование растений претерпевают глубокие нарушения в процессе возникновения и формирования уродств, исследование последних позволяет выявить многие стороны индивидуального развития (онтогенеза).

Как известно, все структурные части растительного организма находятся в тесной взаимосвязи, глубокой корреляции друг с другом. Каждая из корреляций принципиально важна, так как нарушение любой из них препятствует согласованному развитию частей растения, растительного организма как целого. Таким образом, знание того, какие корреляции патологически изменяются и не осуществляются при формировании тех или иных уродств, позволяет не только установить морфологические закономерности собственно тератогенеза, но, что весьма существенно, уточнить закономерность нормального развития растений. Знание отклонений, как уже говорилось, дает возможность составить более полное представление о норме. Возникает важнейшая перспектива оценки устойчивости и надежности каждой из частей растения и их функций, определяющих целостность, гармоничность развития и функционирования растительного организма. Сравнительные тератологические исследования убеждают, в частности, что вегетативные органы у растений менее устойчивы и надежны, чем репродуктивные, что образовательные ткани более устойчивы, чем ткани с иным предназначением, и т. д. Разработка проблемы устойчивости и надежности растительных организмов на основе тератологического анализа лишь только начинается, но она чрезвычайно актуальна и от нее можно многое ожидать для ботаники, биологии в целом и для практического использования результатов научных исследований (Слепян, 1975).

Изучение уродств важно не только для познания индивидуального развития растений, но и для установления закономерностей их эволюции.

У многих ныне живущих растений обнаружены уродства вегетативных органов и органов размножения, обладающие чертами строения, присущими предкам этих растений. Анализ таких уродств и сопоставление особенностей их строения со строением органов растений-предков и растений, произрастающих на земле в настоящее время, дает возможность, во-первых, воссоздать картину исторических изменений органов растений и, во-вторых, разработать прогноз возможных их изменений в будущем, при последующей эволюции. Накапливается все больше и больше поводов считать, что многие из наследуемых уродств (тератоморфных мутаций) дали обладающим им растениям определенные преимущества в борьбе за существование при тех или иных крайних условиях обитания. К числу таких уродств принадлежат гигантизм и карликовость, безлистность побегов и т. д. Целый ряд уродств, следствий мутаций, благодаря в значительной мере действию естественного отбора, приобрел значение нормальных черт отдельных видов растений, входит в число их видовых отличий — систематических признаков.

Некоторые из уродств, ставшие обычными для тех или иных растений, например, гигантизм стебля, махровость цветка и соцветия и т. д., оказались столь важными, что послужили основой для обособления видов растений, а также их

внутривидовых форм. В настоящее время накапливаются сведения, убеждающие, что чем более высокое место занимают те или иные растения на эволюционном древе, чем сложнее они устроены, чем больше у них морфологических частей с самостоятельным предназначением, тем разнообразнее у них всевозможные уродства и значительнее влияние последних на индивидуальное развитие и эволюцию.

Изложенное выше — свидетельство той важной роли, которую играют морфологические пороки развития в судьбе растений. Эта роль часто негативна для пораженного организма. Его жизнеспособность уменьшается, срок существования нередко сокращается, а вегетативное и половое размножение обычно подавлены. Лишь в отношении некоторых наследственных уродств можно говорить в положительном смысле, так как увеличивается число сведений об их определяющей роли в филогении растений ряда систематических групп.

В то же время многие уродства могут быть с успехом использованы при решении насущных задач практической деятельности человека. Фактически они и используются во многих самостоятельных аспектах (Слепян, 1975, 1977), среди которых отметим следующие.

Первый из них — селекционный. Большое число наследуемых структурных отличий, с морфологической точки зрения представляющих собой настоящие уродства, придает возделываемым растениям хозяйственно ценные свойства. К числу таких отличий принадлежат общее значительное увеличение или же уменьшение размеров растений или их отдельных органов, изменение числа однозначных органов, в частности, в направлении его увеличения или же вплоть до их исчезновения и т. д. Примерами сказанного могут быть редька с гигантским корнеплодом, бессемянный арбуз, пшеница с увеличенным числом зерновок в колоске, карликовые кукуруза и пшеница и целый ряд других. Карликовая пшеница вызвала, как известно, так называемую «зеленую революцию» в зерновом хозяйстве ряда стран, в связи с чем она все более и более привлекает к себе внимание. Мутационная селекция, при которой в селекционный процесс вовлекаются тератоморфные мутации, уже привела к созданию десятков новых сортов культурных растений, и от нее можно ожидать безусловных успехов и в будущем

Второй аспект хозяйственной практики человека, при котором уже используются, но могут быть использованы в еще большей мере полезные морфологические пороки развития, — продукционно-биологический. Повышение продуктивности растений в сельском и лесном хозяйстве — важная экономическая проблема.

Как известно, увеличение размеров и массы растений и их отдельных органов достигается при некоторых гибридных комбинациях (например, при получении особых, так называемых простых и двойных гибридов кукурузы), при проведении ряда растениеводческих мероприятий (например, при воздействии импульсного электрического тока, искусственных стимуляторов роста) и т. д. Однако эти, а также и многие иные по своей сущности тератогенные приемы до тех пор не приведут к наиболее эффективному результату, пока не будут в полной мере установлены общие закономерности естественного и искусственно вызванного тератогенеза. Сказанное справедливо и для некоторых сторон сельского и лесного хозяйства, при которых для получения наибольших урожаев необходимо, например, использование явления стерильности, и т. д.

Третий актуальный аспект тератологических исследований — это защита растений. В настоящее время, как уже говорилось, точно установлено, что многие виды вредителей и возбудителей болезней, промышленные загрязнители среды вызывают у растительных организмов возникновение морфологических пороков развития. К такому же результату приводит и неправильное применение в сельском и лесном хозяйстве пестицидов, стимуляторов роста, удобрений. Возбудители болезней и вредители, вызывающие уродства, ведут образ жизни паразитов растений. В связи с этим они отличаются большим числом общих черт.

Этот факт весьма существен. Выявление

сто лет назад

США. За последнее время в некоторых журналах появились известия об открытии, которое можно было бы признать за чудо и которому поэтому вообще не поверили. Не желая брать на себя большой ответственности, мы все-таки должны сказать, что в этих известиях о возможности видеть посредством электрического тока на больших расстояниях есть некоторая доля правды; чтобы судить о серьезности подобной мысли, достаточно принять во внимание что работами по этому предмету занялся почтенный изобретатель телефонов Г. Белл Появление телефона, фонографа нанесло жестокое поражение предвзятым скептикам и в настоящую минуту разумнее выжидать, прежде чем произносить суждение

«Электричество», № 2, 1880 г

ЛИОН. Одна из лионских шелковых фабрик ввела у себя отпечатывание фотографий на материях Она послала в недавно состоявшийся съезд фотографического общества несколько шелковых кусков с отпечатанными на них разными фотографиями, между которыми весьма многие в виде больших медальонов изображали картины древних художников Длина представленных образцов определена не менее 131 фута Хотя производство не объяснено, думают, что отпечатывание совершается посредством окиси серебра

«Еженедельное новое время», № 82, 1880 г.

общих закономерностей во взаимоотношениях патогенных организмов с их растениями-хозяевами, в нарушениях развития и строения последних, оценка роли уродств как среды обитания и источника пищи для тератогенных паразитов дают возможность разработать единые принципы и мероприятия по борьбе с вредителями. Исключительная важность этих мероприятий безусловна. Уродством побега картофеля является его опаснейшее заболевание — рак, вызываемый особым грибом. Возникновение уродств мужских и женских соцветий кукурузы — характернейшая черта серьезных заболеваний этого растения — пузырчатой и пыльной головни, возбудители которых также грибы. Опасные уродства вызываются у пшеницы насекомыми — гессенской мушкой, а у многих других культурных растений — вирусами, бактериями, растениеядными червями (нематодами) и т. д.

Один из путей, дающих возможность с единой точки зрения подойти к борьбе с рассматриваемыми патогенами, — паразитологический. Порок развития, заболевание растения не возникнут, если тем или иным способом, например с помощью некоторых неопасных химических воздействий, разорвать становление системы паразит — хозяин, не дать возможности паразиту использовать растение как среду обитания, источник пищи и регулятор взаимоотношений со средой. Добиться этого можно, допустим, при временном ограничении делений клеток в зараженном органе растения-хозяина, без которых необходимая паразиту среда обитания — уродство как таковое — не начнет формироваться. Временность ограничения деления — достаточное условие для достижения цели в связи с тем, что паразиты могут заразить своего хозяина большей частью лишь в определенные сроки его жизни. Химические препараты, способные кратковременно ограничить клеточное деление и не привести к нежелательным последствиям, синтезированы. Они есть в арсенале химиков. Некоторые из них применяются, в частности, в противоопухолевой терапии.

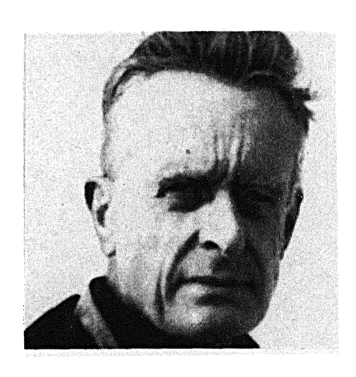
Близки к рассмотренному третьему аспекту и остальные проблемы изучения уродств, возникающих у растений под воздействием химических элементов, соединений и комплексов. Многие уродства свидетельствуют о загрязнении воздуха, почвы и воды тем или иным агентом или же об активности какого-либо физического фактора. Таким образом, возникновение уродств важно как индикационный признак в целях геогигиены и контроля за состоянием окружающей среды. Появление уродств, далее, указывает на наружное и внутреннее загрязнение растений, отражает их гигиеническое состояние, т. е. оно принципиально важно как один из наиболее показательных критериев фитогигиены. (Все это — четвертый аспект). Возникновение уродств у растений, используемых для экспериментальных целей, представляет собой демонстративный тест при проверке вновь создаваемых химических препаратов на биологическую и, в частности, на тератогенную активность (пятый аспект). Наконец, большое число разнообразных и характерных уродств возникает у растений при произрастании их в местах нахождения тех или иных полезных ископаемых, например, цинка, меди, мышьяка и т. д., что уже используется при геологической разведке (аспект шестой).

Изложенное убеждает, что значение уродств растений как с научной, так и с практической точки зрения чрезвычайно многосторонне. Однако представление о них будет неполным, если не подчеркнуть, что тератология растений — самостоятельный и важный раздел общей и сравнительной тератологии живых организмов. Тератогенез — общебиологический процесс, играющий существенную роль в судьбе и растений, и животных. Чрезвычайно важно и актуально использовать те уродства, которые полезны, и предотвратить возникновение тех, которые вредны. Тератология растений должна быть как можно полнее и целенаправленнее поставлена на службу человеку.

ЖАН ДРЕШ (Dresch)
(р. 1905) — французский геоморфолог, профессор Парижского университета («Париж VII»), председатель Национального комитета французских географов, директор журнала «Revue de gèographie physique et geologie dynatique», иностранный член Академии наук СССР (с 1966), почетный член Парижского географического общества, Географического общества СССР и многих других географических обществ.

Родился в Париже. Учился в лицеях Бордо и Тулузы, в 1926—1930 — в Высшем педагогическом институте в Париже. В 1930—1940 преподавал географию в Мусульманском колледже и лицее в Рабате (Марокко). В 1941 в Париже защитил докторскую диссертацию об эволюции рельефа Центрального массива Высокого Атласа. В 1941—1945 преподавал сначала в Сорбонне в Париже, затем в университете г. Кан, принимал участие в движении Сопротивления. В 1945—1948 — профессор Страсбургского университета, а с 1948 — Парижского университета. С 1947 входит в руководство ведущего французского научного географического журнала «Annales de gèographie». В 1968—1972 — вице-президент, а в 1972—1976 — президент Международного географического союза (с 1976 вновь вице-президент); в те же годы вице-президент Международной ассоциации по изучению четвертичного периода (ИНКВА). В 1969 президент Парижского конгресса ИНКВА. Эксперт ЮНЕСКО по аридным областям и проблемам опустынивания.

С конца 1920-х и по настоящее время ведет полевые геоморфологические и географические исследования преимущественно в тропических и аридных областях мира. Экспедиции в Африку, Южную и Северную Америку, на Ближний Восток, в Иран, Индию, Китай, Японию, Австралию, Новую Зеландию, на территории СССР — в Закавказье, Среднюю Азию, Якутию и другие районы. Основная цель этих экспедиционных поездок — изучение засушливых областей, классификация аридных форм рельефа и типология пустынь, изучение древних поверхностей выравнивания и климатических изменений в четвертичное время.



ЖАН ДРЕШ

Пятьдесят лет в геоморфологии

Между первой и второй мировыми войнами большинство географов во Франции специализировались по физической географии, в частности по изучению рельефа — геоморфологии. Это было связано с тем, что рельеф рассматривался как элемент ландшафта, определяющий главные черты природной среды. А изучение природной среды рассматривалось, и не без оснований, в неразрывной связи с повсеместными региональными исследованиями (в глобальном масштабе), что являлось одним из основных направлений так называемой французской географической школы.

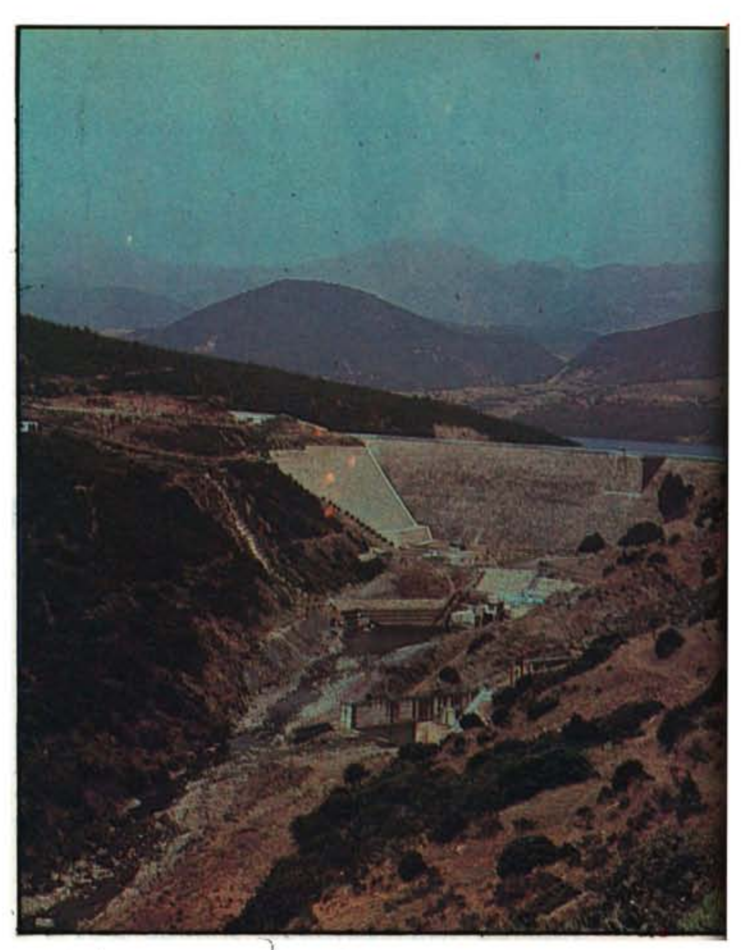
Престиж геоморфологии, которая искала и еще ищет свое точное определение, практическое назначение и место среди других наук, опирается на то, что среди прочих разделов географии она выделяется четкостью объекта, целей исследования, а также связей с другими дисциплинами. Геоморфология, подобно другим естественным наукам, всегда отличалась научной стройностью, столь недостающей, например, так называемой географии человека. Надо отметить также, что многие французские географы, которые оказали большое влияние на формирование новых поколений географов как во Франции, так и вне ее, были главным образом геоморфологами. Первым среди них надо назвать Эммануеля де Мартонна (Emmanuel De Martonne), возглавлявшего в 1931—1935 гг. Международный географический союз и опубликовавшего «Основы физической географии» («Traitè de gèographie physique»), переведенные на многие языки. Этот труд долгие годы был единственной сводкой, охватившей все разделы физической географии, поскольку в то время еще было возможно одному человеку объединить все накопленные данные, необходимые для глобальных исследований. Все же и Э. де Мартонну пришлось прибегнуть к сотрудничеству с биологами при подготовке биогеографического тома своего труда. Прогресс науки и методов исследований в то время стал уже столь значителен, что для одного человека всеобъемлющий труд по физической географии оказался невозможным.

Из трех томов Э. де Мартонна наиболее оригинальным был том, посвященный геоморфологии. Он охватил разработанные французскими геоморфологами за длительный период методические подходы, сохраняющие свое значение и поныне. Э. де Мартонн вел полевые исследования не только во Франции, которую он знал прекрасно, но и в Центральной Европе вплоть до Трансильванских Альп (Южные Карпаты), которым были посвящены его географическая и геологическая диссертации. Таким образом, он изучил и древние массивы, и альпийские горные сооружения, и различные типы осадочных бассейнов. Именно благодаря Э. де Мартонну французские географы придают особенно большое значение изучению структурных форм рельефа, или, как говорят сегодня, морфоструктуры. По этой причине французские геоморфологи много работают совместно с геологами, хотя по французской университетской традиции подготовка географов происходит в основном на гуманитарных факультетах. Геологи во Франции считают геоморфологию разделом динамической геологии, занимающимся экзогенными (внешними) факторами. В отличие от своих англоязычных коллег они активно ведут все геоморфологические исследования, включая изучение структур.

Морфоструктурный анализ привел Э. де Мартонна и его учеников к идее о необходимости описания всех без исключения форм рельефа любого масштаба. В полевых исследованиях они стремились не упускать ни одной из этих форм, выделяя наиболее характерные для каждого регионального природного комплекса. Такой сбор полевых данных и перенос их на карту в сочетании со схемами, разрезами, блок-

Рис. 1. Северные, более увлажняемые горные цепи Высокого Атласа в Марокко

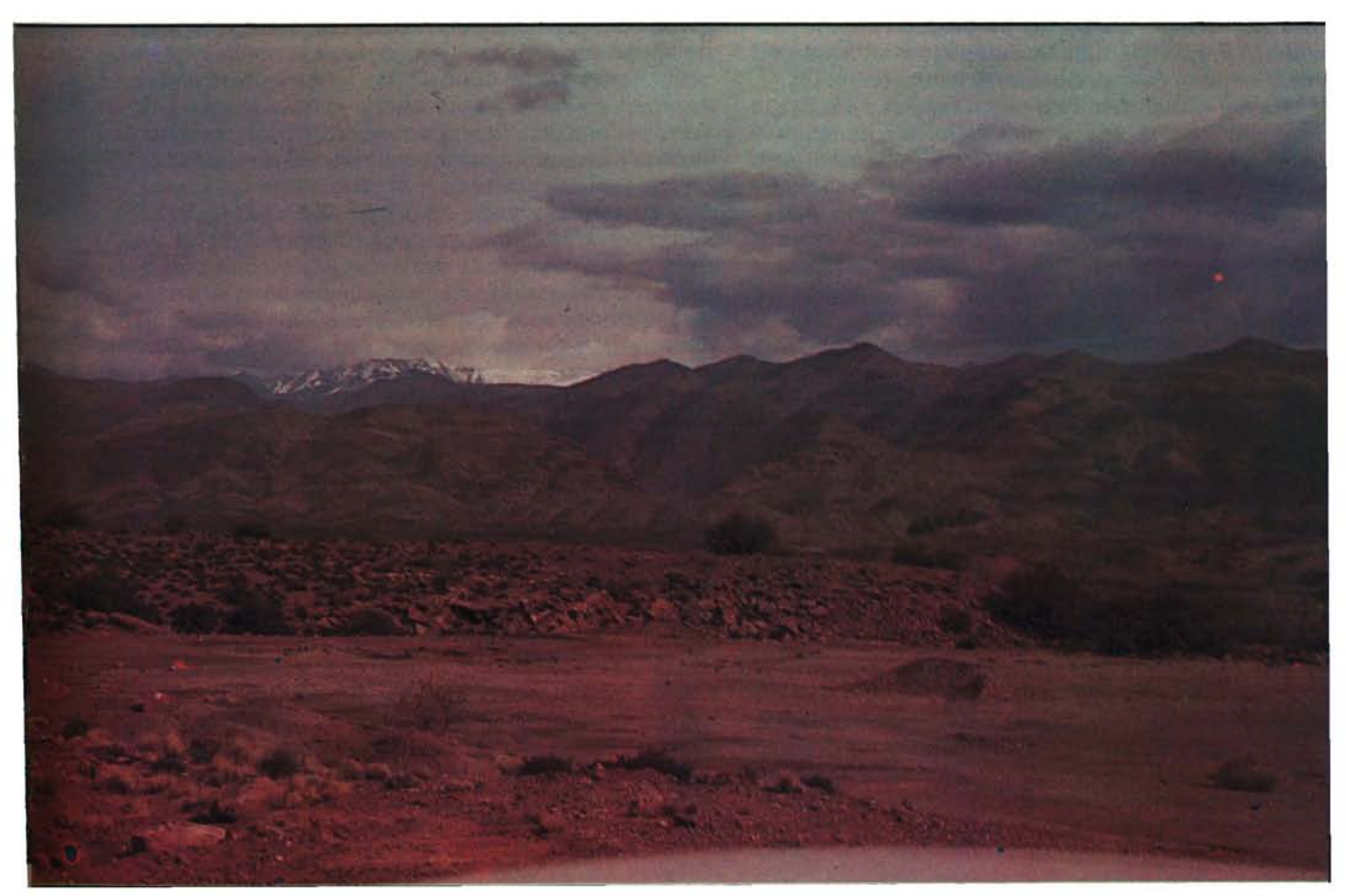
Рис. 2. Южные, более засушливые горные цепи Высокого Атласа в Марокко. Фото В. Я. Литвина



диаграммами отражал увлечение дедуктивными методами, характерными в то время вообще для всех естественных наук. По данным полевых наблюдений устанавливались взаимосвязи явлений, которые определяют конкретно комплексный характер ландшафтов, а в теоретическом плане образуют то, что теперь мы назвали бы системой. Эти взаимосвязи возникли в результате более или менее продолжительной эволюции, и геоморфология в конечном счете призвана восстановить все этапы динамики развития рельефа.

В тот же период развития науки между двумя мировыми войнами исследование эволюции рельефа опиралось на модную в то время (особенно в англоязычных странах) концепцию, или, как мы сказали бы теперь, модель — теорию эрозионного цикла В. М. Дэвиса (W. M. Davis). Эта теория выделяла в развитии рельефа стадии, названия которых были навеяны течением жизни человека: юность, зрелость, старость. Развитие рельефа в ходе длительного периода тектонической и биоклиматической стабильности должно было, согласно этой теории, завершаться образованием пенеплена (относительно ровного участка суши, почти равнины). Это «нормальный цикл эрозии». Понятие «нормальный цикл» относилось к умеренному поясу, как будто другие климатические зоны были «анормальными», или «климатическими аномалиями», как позже писал К. А. Коттон (C. A. Cotton). Несмотря на успех, которым пользовалась и еще иногда пользуется модель Дэвиса, она подвергалась критике, в частности немецкими геоморфологами, которые противопоставили этой модели более динамичные, но также слишком схематические модели развития рельефа. Во Франции дэвисовская модель была принята и развита А. Болигом (H. Baulig), но Э. де Мартонн отнесся к теории Дэвиса сдержанно. Он использовал терминологию этой теории, хотя частично вложил в нее другое содержание. Вообще говоря, Э. де Мартонн подозрительно относился к теориям. Как полевой исследователь он заботился прежде всего о накоплении большого числа наблюдений и ясно сознавал как степень нашей неосведомленности, так и исключительную сложность происхождения форм рельефа, в том числе и самых простых на первый взгляд. Все эти современные формы — результат долгой эволюции в геологических масштабах времени, отраженной в структурах; в них есть черты, унаследованные от прежних форм рельефа, например, древних поверхностей выравнивания или, используя дэвисовскую терминологию, от древних эрозионных циклов и эпициклов.

Все более или менее древние и унаследованные формы рельефа в то же время существуют и развиваются сегодня. Они возникли не только в результате мобильности литосферы (земной коры) и изменений морфоструктур, происходящих с разной скоростью, но также и под воздействием более или менее быстрых изменений атмосферы и биоферы, т. е. климата, растительности, почв и животного мира, всего того, что мы теперь называем окружающей средой, а более конкретно — экологическими условиями. Сам В. М. Дэвис и его последователи отдавали себе в этом отчет, поскольку теория «нормального» эрозионного цикла была дополнена с учетом «климатических аномалий» так называемыми концепциями «аридного» и «гляциального» эрозионных циклов. Э. де Мартонн и в этом плане проявил еще больше осторожности, ценя прежде всего конкретные наблюдения, но не отказываясь, однако, от их систематизации, интерпретации и объяснения. Подобную работу он провел, например, по альпийскому ледниковому рельефу, подчеркнув роль снега в его формировании. Он занялся геоморфологией аридной зоны и сделал попытку провести геоморфологическое картиро-



вание эндореических, или «ареических», областей (областей с засушливым климатом, не имеющих стока в океан), а также районировал аридные области по показателю степени засушливости. Э. де Мартонн, кроме того, выявил специфические черты рельефа влажнотропических областей. Короче, он ясно понял, что геоморфология не может ограничиваться изучением одних структурных форм рельефа, а последние могут быть поняты лишь при анализе глобального масштаба.

В период этих научных исканий и произошло мое становление как геоморфолога и начались мои полевые исследования. По разным причинам меня привлекали горы. Первоначально эти причины были отнюдь не научными. Но геоморфология дала мне возможность понять красоту гор, возбуждающую радость, когда я взбирался на хребты и поднимался по отвесным стенкам, ощущая как бы слияние с камнем склонов. Постепенно с эмоциональными ощущениями сливался научный интерес, все больше возрастая по мере накопления полевого опыта.

Каждая гора — это прежде всего морфоструктура со своими неповторимыми чертами, отличающими ее от других гор, даже когда горы похожи друг на друга подобно людям из одной семьи. Морфоструктуру можно увидеть и наблюдать, потому что все горы — место активной эрозии. Эрозия позволяет увидеть обнажения и благодаря им изучить геологическое строение и связанные с ним структурные формы рельефа. Однако сама эрозия зависит не столько от тектонической структуры и системы склонов, сколько от характера древних и современных покровов и биоклиматических условий. Ведь горы отличаются от равнинных пространств главным образом высотной поясностью происходящих в них природных процессов. Прежде всего, климатической поясностью, проявляющейся с высотой в уменьшении атмосферного давления и температур, в увеличении количества осадков (до определенных высот), облачности, в изменении инсоляции и ветров. Но поясность в горах часто асимметрична и различна на разных склонах гор и горных долин. Она видна в смене почв и растительности, в переходе от лиственных и хвойных лесов к альпийским лугам, в чередовании эрозионных и аккумулятивных (связанных с накоплением того или иного материала) форм рельефа, созданных водными потоками, снегом, ледниками. Таким образом, горы — совсем особый мир по сравнению с окружающими их равнинными пространствами, хотя и те и другие входят в общие биоклиматические зоны. Высота дает еще

одно измерение, которого не ощущаешь на равнине и которое обогащает природу гор, позволяя в то же время быстрее оценить их особенность.

Жизнь сложилась так, что начиная с 1928 г. я стал работать в Северной Африке, сначала в Марокко. Марокко — это та из трех североафриканских стран, где горы наиболее высоки и протяженны. Центральная часть Высокого Атласа представляет для геоморфолога особый интерес. Ее мощные вершины поднимаются выше 4000 м над равниной Марракеша на севере и равниной Сус на юге, лежащими ниже 500 м над уровнем моря. Геологическая структура Высокого Атласа относительно проста — это горная цепь альпийской системы на внешнем ее крае и первое горное сооружение на границе с африканским щитом, сложенным очень древними породами. Устойчивый древний щит, однако, подвижен и перемещается к северу, погружаясь под североафриканские альпийские горные цепи, если исходить из современной теории глобальной тектоники плит. Это позволяет объяснить резко выраженную границу между Высоким Атласом и его южными предгорьями, наличие гранитных блоков древнего африканского цоколя в составе атласских горных сооружений, малую мощность мезозойских и кайнозойских отложений мелководных морей, относительно простую «альпийскую» тектонику, отличающуюся, главным образом, вертикальными подвижками. Массив Высокого Атласа в третичное и четвертичное время как бы медленно выжимался вверх и в то же время подвергался непрерывной эрозии, сносившей обломочный материал на соседние равнины, где эти отложения сжимались в складки и опять «припаивались» к горным сооружениям. Высокий Атлас, однако, не только самая высокая, но и самая южная часть всей системы Атласа. Она возвышается над африканской платформой, занятой в этой части Африки Сахарой, точнее, ее северной окраиной. С этим связано большое своеобразие биоклиматической высотной поясности Высокого Атласа. Северные его склоны поднимаются над сухими степями, но сами получают немало осадков в виде дождя и снега, так как находятся недалеко от Атлантического океана. Южные более засушливые склоны поднимаются над полупустыней. На средних высотах склоны Высокого Атласа заняты деградированными лесами. Вершины массива приближаются к теоретической границе «вечных снегов», и снег действительно держится целый год в некоторых закрытых ущельях на вершинах северного склона массива, где в четвертичное время даже существовали небольшие ледники. В этих горах снизу вверх полупустынные ландшафты сменяются лесными и завершаются высокогорным перигляциальным поясом (отложениями по окраине прежнего оледенения или современного ледника).

Итак, своеобразие Атласа удовлетворяло интересы самого взыскательного геоморфолога.

Круг научных интересов одного из ведущих французских географов профессора Жана Дреша весьма широк. Хотя основной его научной специальностью можно считать геоморфологию и четвертичную геологию, но Ж. Дреш также автор многих широко известных в мире работ по страноведению, географии населения и хозяйства и других смежных с физической географией дисциплин. Разносторонность научных интересов Ж. Дреша отражает и закалку французской географической школы с ее стремлением к энциклопедичности каждого университетского географа, и динамичность характера самого Жана Дреша, его постоянный интерес к тому, что волнует географов на данном этапе развития науки.

Острый взгляд географа на многообразие природных явлений, и в особенности на процессы формирования рельефа — морфогенеза, Жан Дреш «отточил» за полвека своих полевых маршрутов, охвативших почти весь земной шар, хотя вопросы морфогенеза в аридных и тропических областях преобладали в проблематике его исследований.

Самые крупные черты рельефа Земли (материковые выступы, океанические впадины, горные системы и т д.), обусловленные еще недостаточно изученными силами общепланетарного порядка, принято называть геотектурами Формы рельефа, образующие поверхность материков и дна океана, называют морфоструктурами (отдельные плато, массивы, кряжи и т д). Эти крупные формы рельефа возникают в результате исторически развивающегося и нередко противоречивого взаимодействия эндогенных (внутренних) и экзогенных (внешних) сил, но при ведущей роли эндогенного фактора — тектоники. Более мелкие формы, определяющие в деталях облик поверхности морфоструктур и возникающие под воздействием вод, ветра, биологической активности и т. п , принято называть морфоскульптурой Учение о морфоструктурах и морфоскульптуре и сами эти термины связаны в основном с советской геоморфологической школой академика И. П. Герасимова. Своеобразие этой школы, в частности по сравнению с французской школой геоморфологии, проявляется, например, в том, что советские геоморфологи большое внимание уделяют сложным инструментальным исследованиям новейших и современных тектонических движений (неотектоники), в том числе и тех, казалось бы, почти незаметных вертикальных движений земной коры, которые в геологических масштабах времени оказывают существенное влияние на эволюцию геотектур и морфоструктур. Это было доказано рядом выдающихся исследований для территорий нашей страны и некоторых других районов мира, проведенных в 1950—1960-х гг. под руководством академика И. П. Герасимова и доктора географических наук Ю. А. Мещерякова

В целом по сравнению с другими элементами зональных природных ландшафтов рельеф значительно более консервативен и отражает (особенно в мезо- и макроформах) не только современные, но и древние, нередко очень древние и давно не существующие климатические условия. Таковы моренные и другие ледниковые формы рельефа в областях, где некогда было оледенение, водноэрозионные формы в областях, теперь почти лишенных стока, дюнные образования там, где ныне климат уже не ариден, и т д.

Диалектичность в анализе возникновения и развития рельефа особенно важна в связи с практиче-

Но в то время не было удовлетворительных топографических карт для этих мест, а геологические карты были недостаточно достоверны и полны. Приходилось начинать с составления более точных карт, вести топографическую съемку на местности, заниматься аэрофотосъемкой, составлять геологические карты, уточнять геологическое строение горной цепи. Так стало необходимым и полезным применить на практике аналитические методы, выработанные Э. де Мартонном, и первым этапом моих полевых исследований было изучение морфоструктуры. Это изучение осложнялось общей «тяжеловесностью» массива, выровненностью некоторых даже наиболее высоких вершин Атласа, наличием в краевых частях эрозионных или же так называемых структурных плато, когда древние эрозионные поверхности оказываются погребенными под мезозойским осадочным чехлом. Удалось выявить несколько таких поверхностей выравнивания: позднекембрийскую, послегерцинскую, поднятую на высоту свыше 4000 м, юрскую. Все эти поверхности выравнивания не пенеплены, а настоящие альпийские эрозионные равнины. Кроме того, в Высоком Атласе оказалось много третичных поверхностей в стадии «зрелого» рельефа, если пользоваться терминологией Дэвиса, перекрытых по краю массива неогеновыми континентальными конгломератами, также смятыми в складки. Все эти наблюдения позволили сделать попытку реконструировать эволюцию массива в масштабе геологического времени и таким путем расширить обычный морфоструктурный анализ.

Мощная современная цепь Высокого Атласа прорезана очень глубокими долинами, сеть которых возникла в третичное время, но их углубление произошло в ходе более позднего поднятия гор после образования эрозионной поверхности. Отсюда вытекает, что современная высота этой горной цепи — следствие очень недавних тектонических движений (всего несколько миллионов лет назад). Морфоструктурный анализ требовал поиска доказательств этих недавних движений, т. е. того, что теперь мы называем неотектоникой. Эти доказательства было, как всегда, трудно получить.

Дело в том, что оживление эрозии, углубление долин может вызываться и климатическими изменениями, определяющими изменения растительности, почвообразования и динамики склоновых процессов, объема и характера стока, т. е. всей динамики деятельности текучих вод. Изменения климата здесь не менее очевидны, чем проявления неотектоники. Они происходили в мезозое и в третичное время, часто сопровождаясь усилением аридности, а также в четвертичном периоде, особенности которого в Марокко хорошо изучены и позволили выделить шесть плювиальных («дождливых») эпох. В Высоком Атласе не удается выявить следы всех этих шести эпох, но совершенно очевидно, что все они оказали влияние на развитие рельефа в этих горах. Нижние части

скими задачами, которые все больше и больше выполняет геоморфология по мере роста масштабов освоения территорий (строительства городов, плотин и водохранилищ, промышленных объектов, дорог, аэродромов и т. п.). В Советском Союзе геоморфологические исследования давно и прочно приобрели большое народнохозяйственное значение, и практическая работа геоморфологов тесно переплетается с разработкой теоретических и методологических основ этой научной дисциплины.

Наряду с этим возникло и оформилось особое направление прикладной, или инженерной, геоморфологии. Совместными усилиями геоморфологов, тектонистов и геофизиков решаются проблемы горообразования, создаются основы сейсмического прогнозирования. Большое значение геоморфологические исследования уже приобрели в практике защиты берегов водохранилищ и морских побережий от размыва, в обеспечении успешного строительства в районах вечной мерзлоты и т д Несомненно, справедливо утверждение Ж. Дреша и о том, что геоморфологии предстоит сыграть существенную роль в разработке путей предотвращения развивающегося сейчас во многих семиаридных (полупустынных) районах мира антропогенного опустынивания

Несмотря на значительные успехи геоморфологии в теоретических обобщениях (развитие генетической классификации форм рельефа, изучение рельефообразующей роли новейших движений земной коры, исследование древних поверхностей выравнивания и т. д) и в практике хозяйственной деятельности, еще многие годы предстоит продолжать детальное изучение всех особенностей лика нашей Земли, от самых крупных форм рельефа до самых мелких в самых разных конкретных территориальных сочетаниях. В этой работе геоморфологов новейшие методы исследований — наблюдения из космоса, применение сложнейших приборов, привлечение полевых и лабораторных методов других естественных дисциплин — всегда будут сочетаться с традиционным экспедиционным методом полевых исследований, которому более полувека отдал Жан Дреш. Поэтому особенно верны его слова о том, что региональные исследования, проводимые отдельными учеными или коллективами, и в наше время приносят достаточно обильный урожай новых данных.

В последние десятилетия заметно расширились и укрепились научные связи между геоморфологами разных стран и различных научных школ. Одна из главных целей таких контактов — выработка общих принципов и единых подходов к изучению рельефа, в частности, для создания сравнимых геоморфологических карт. Во многом этому способствует работа геоморфологических комиссий (по геоморфологическому картированию, склоновым процессам, поверхностям выравнивания, геоморфологии берегов и др.) Международного географического союза

Одним из ярких примеров международного сотрудничества в этом плане служит многолетний франко-советский полевой симпозиум «Альпы — Кавказ» (1974—1977 гг), проведенный под руководством профессора Ж. Дреша и академика И. П. Герасимова. В ходе этого симпозиума ученые Франции и СССР смогли сравнить особенности альпийских горных сооружений обеих стран и рассмотреть некоторые проблемы прикладной геоморфологии (борьба с лавинами, с грязевыми потоками — селями и т. д).

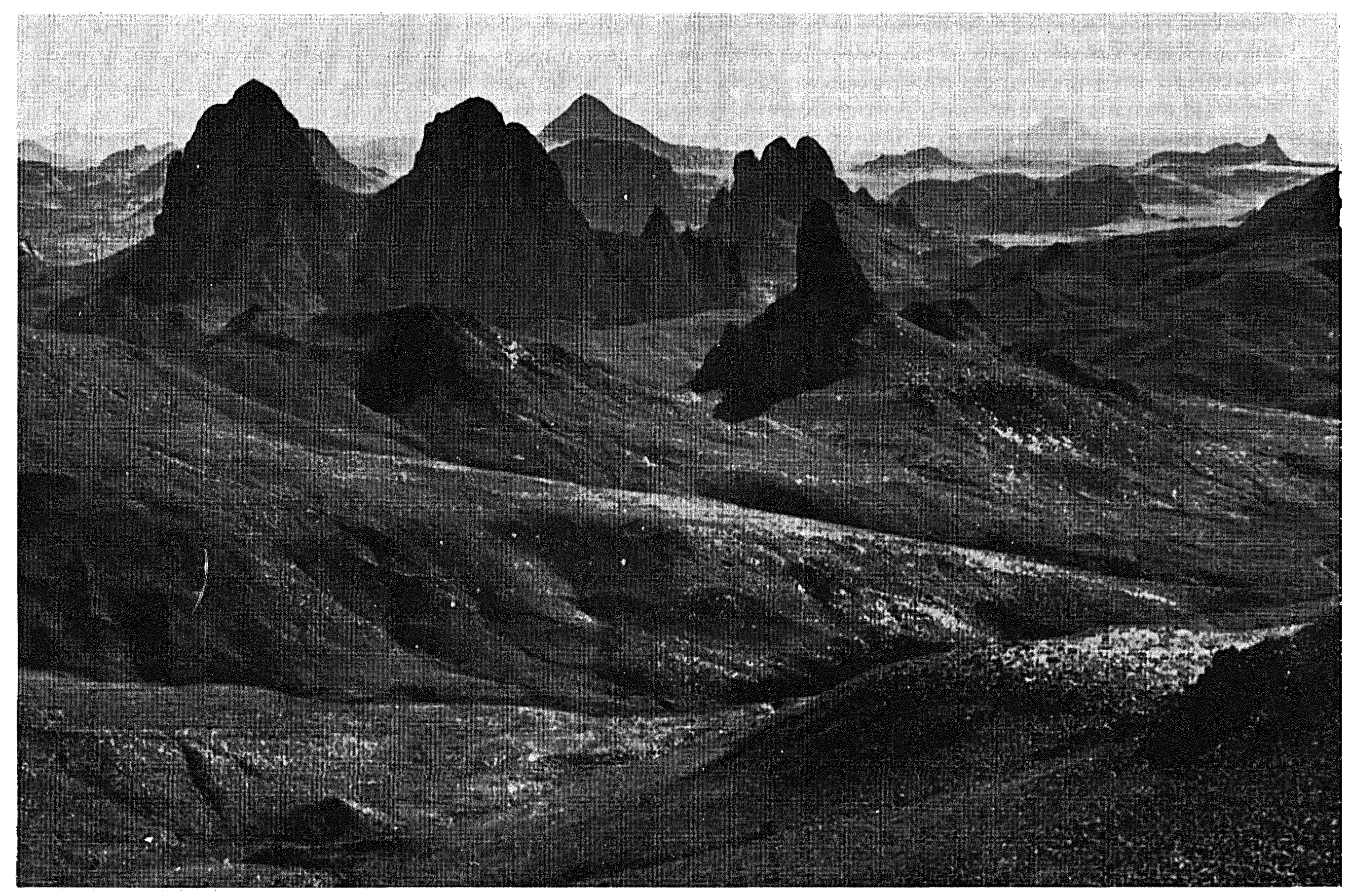


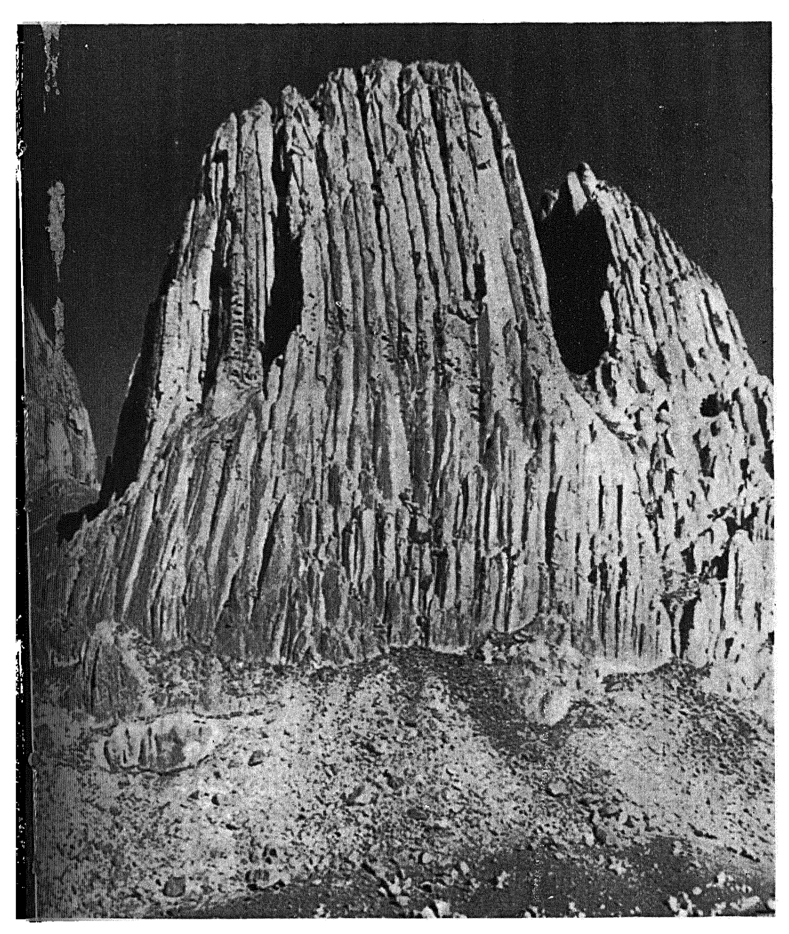
Рис. 3. Вулканический массив Тиджемайен (*Tidjemayène*) в Ахаггаре (*Ahaggar*, Центральная Сахара)

Рис. 4. Базальтовые вершины в Ахаггаре

склонов, особенно в бассейнах, расположенных внутри цепи Высокого Атласа, в продолжение всего четвертичного времени находились под воздействием семиаридного (полуаридного, полувлажного) климата. С ним связано образование в мягких породах многоступенчатых наклонных подгорных равнин и террас, сглаженных медленным и слабым стоком. Эти формы рельефа сравнимы с педиментами (предгорными скалистыми равнинами), описанными американскими геоморфологами для запада Соединенных Штатов, но отличаются от них тем, что сформировались быстрее и более активно реагировали на изменения климата. Казалось бы, достаточно определить связь между увеличением и уменьшением количества атмосферных осадков и изменением динамики водных потоков, чтобы объяснить, в частности, характер развития линейной эрозии и особенности образования ступенчатых наклонных подгорных равнин. Однако для этого надо связать климатические изменения с поднятием гор, вызванным неотектоникой. Вопрос, как легко увидеть, сразу становится весьма непростым, и любая схематическая модель развития рельефа в семиаридных областях перестает работать.

Климатические изменения в четвертичное время в Высоком Атласе во всяком случае явно проявились в формировании рельефа высокогорья, где сохранились следы ледниковой и перигляциальной эрозии, преимущественно в виде ледниковых обломочных шлейфов на современных высотах более 3500 м. Особенно интересны теперь перигляциальные формы рельефа атласского высокогорья. Все же установить корреляцию между этими формами и рельефом семиаридного низкогорья очень трудно. Во всяком случае, стало совершенно очевидно, что полный анализ рельефа данной территории требует двустороннего подхода, включающего одновременно и морфоструктурный и морфоклиматический анализ. К этому выводу, полученному мною в Марокко, все другие французские геоморфологи пришли каждый на своем полевом опыте.

Как методы исследования, так и направленность геоморфологических работ существенно изменились в послевоенное время в связи с развитием естественных наук, смежных с физической географией, в первую очередь геологии, климатологии, но все более также и гидрологии, почвоведения, биологии. Но морфоструктурный ана-



лиз никогда не терял своего значения. Он связан с геологией и как бы обновляется за счет новых достижений геологии и геофизики, в частности благодаря развитию теории глобальной тектоники. Однако в первые послевоенные годы французские геоморфологи все более увлекались климатической геоморфологией, и в связи с этим усиливался интерес к изучению современных рельефообразующих процессов. Глубокое знание этих процессов необходимо для расшифровки эрозионной динамики, определившей развитие склонов в четвертичное время, а также в более древние периоды. Модель «нормального эрозионного цикла» была оставлена, как и сами понятия «цикла» и «нормальности». Как раз наоборот, рельефообразование, характерное для холодных, аридных или тропических областей, некогда считавшееся «анормальным», стало рассматриваться как наиболее типичное в геоморфологии, поскольку и области умеренного пояса находились еще в третичное время под воздействием тропического климата, а в четвертичном периоде имели гляциальные или перигляциальные условия. В конечном счете именно обстановку умеренного пояса можно было бы назвать «анормальной», если бы эта терминология вообще имела смысл, так как в этих широтах рельеф несет черты, характерные и для холодных, и для аридных, и для тропических областей. Умеренный пояс с его четырьмя климатическими сезонами, современными воздействиями на климат, со сложным взаимодействием с тропическими, арктическими или антарктическими воздушными массами в наименьшей степени можно считать местом для выработки исходной общей модели рельефообразования.

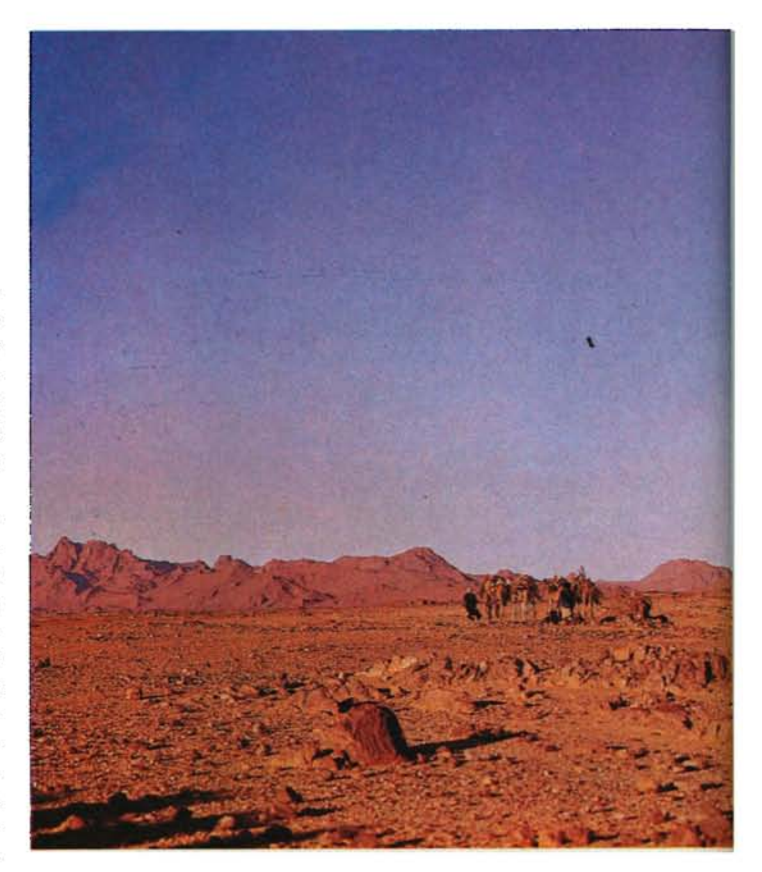
Исследования французских геоморфологов помимо Франции с ее особенностями третичной и четвертичной палеоклиматологии, охватили также арктические, аридные и тропические территории. Значительные технические средства, предоставленные экспедициям, широкие культурные и научные связи с другими странами и сотрудничество в рамках международных организаций, особенно тесные связи с бывшими колониями, франкоязычными странами — все это позволило французским географам вести полевые исследования во всех биоклиматических зонах мира. Главным же образом — во всем Средиземноморье, столь привлекательном разнообразием своих геоморфологических и биоклиматических контрастов, в тропических аридных областях Африки, Азии и Америки, а также во влажнотропических областях разных континентов и в арктических зонах обоих полушарий.

Такая широта поля исследований обусловила изменения в концепциях и методах. Как и все науки за последние десятилетия, география установила более тесные связи со смежными дисциплинами, границы с которыми становятся все менее различимыми, а концепции и методы все более близкими. Геоморфолог не мог больше, как это было до войны, ограничиваться накоплением наблюдений в виде карт и схем лишь для себя или даже для географических коллективов. Он стал шире применять более точные методы наук о Земле — стратиграфии, минералогии, тектоники и т. д. и объединился с геологами, климатологами, экологами, археологами и другими специалистами в фундаментальном для геоморфологии исследовании четвертичного периода. Заинтересованный в этом плане прежде всего в изучении процессов в холодном климате, в частности влияния на рельеф мерзлоты, геоморфолог стал работать вместе с гляциологами и физиками. Специалисту по геоморфологии аридных и семиаридных областей было также необходимо сотрудничать с физиком, чтобы понять, например, явления термической дезагрегации или особенности непостоянного стока, равно как и действие ветровой эрозии. Для того, кто занимался тропиками, было невозможно разобраться в рельефообразовании без специального изучения химического выветривания. В то же время все геоморфологи, которых все более привлекало исследование поверхностных образований, не могли при изучении любой биоклиматической зоны обой-

Рис. 5. Каменистая пустыня в Центральной Сахаре. Фото Г. Лангера (*H. Langer,* **ГДР)**

Рис. 6. Песчаное «море» Большого Восточного Эрга в Сахаре (вид с самолета)

Рис. 7. Песчаные дюны, закрепленные саксауловой растительностью в Кара-Кумах. Фото И. И. Константинова



тись без изучения почв и процессов почвообразования как современного, так и в прошлом. В результате особенно усилились связи между геоморфологией и экологией и участие специалистов всех областей в изучении окружающей среды, столь важное сегодня, когда стали лучше понимать угрозу, нависшую над природными ресурсами и условиями жизни человека.

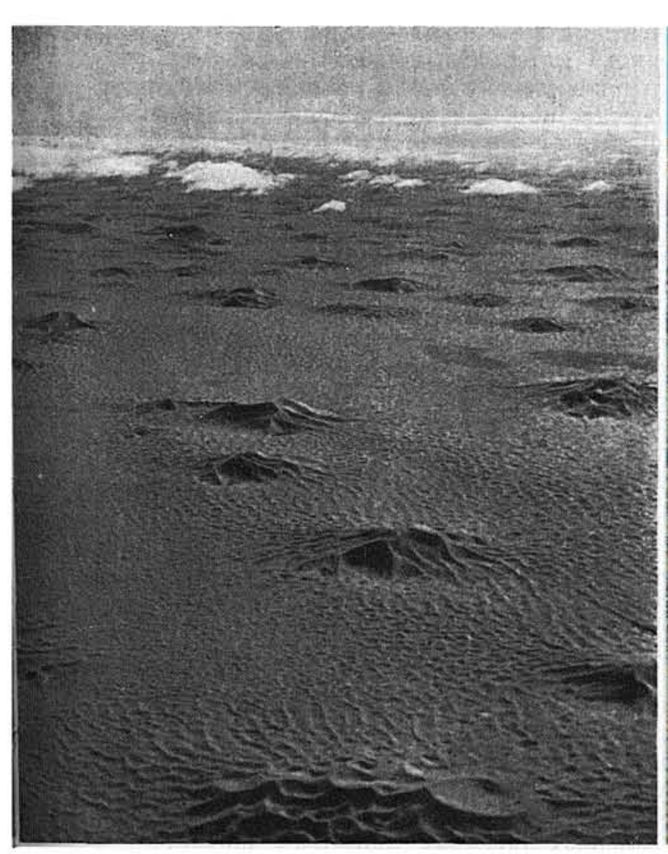
Таким образом, задача геоморфологии становится все более и более сложной, так как изучение рельефа не может быть оторвано от комплексного исследования природных ландшафтов в прошлом и настоящем. Геоморфологу пришлось не только приобретать конкретные знания из быстро развивающихся смежных наук, но и брать на вооружение их методы полевых и лабораторных исследований. Подобно геологу, почвоведу и археологу геоморфологу нужно определение абсолютного возраста. Как и большинству натуралистов, ему необходим электронный микроскоп, но также и материалы наблюдений Земли из космоса, как всем, нужна ему и ЭВМ. Геоморфолог может теперь вести наблюдения в значительно более разнообразных масштабах, но все они дополняют друг друга. Он может использовать собственные лаборатории для анализа горных пород, донных отложений, почв, если, конечно, не пользоваться лабораториями, обслуживающими несколько дисциплин. Во всяком случае внутри самой геоморфологии ученый ныне должен уже специализироваться по изучению гляциальных, перигляциальных, аридных, тропических, русловых, береговых, а теперь и подводных форм рельефа и их динамики, не говоря о неотектонике и т. п.

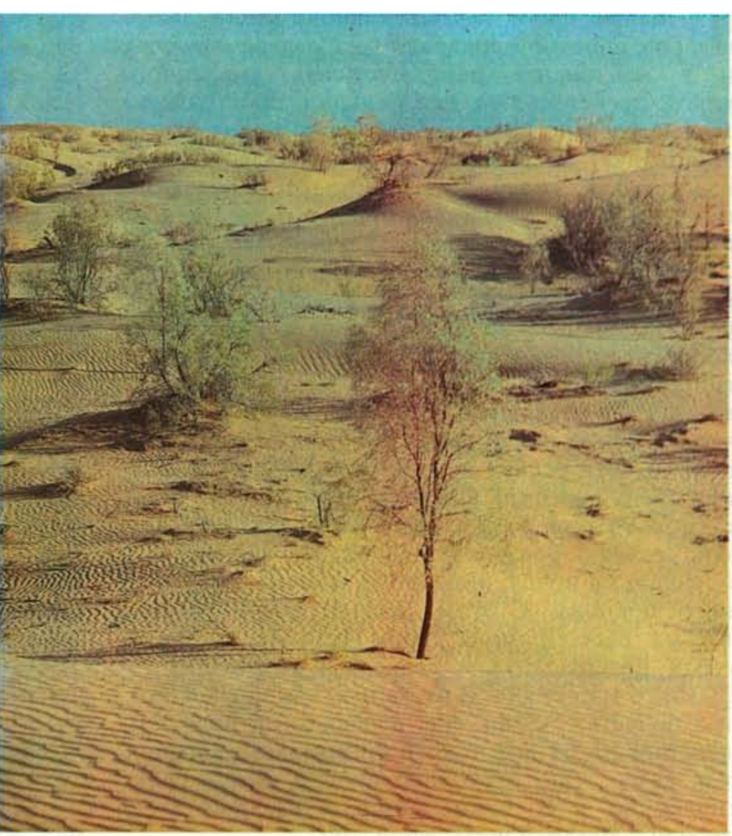
Такая неизбежная специализация должна, однако, иметь свои пределы. Во Франции сохраняется традиция региональных монографических исследований, посвященных отдельным геоморфологическим комплексам (горным цепям, предгорьям, плато, равнинам и т. д.), а также взаимосвязям между ними. Каковы бы ни были успехи, достигнутые в последнее время в изучении всех районов мира, включая моря и морское дно, эти успехи еще не таковы, чтобы региональные исследования, проводимые отдельными учеными или коллективами, не приносили бы пока более или менее обильный урожай новых наблюдений.

Эта идея была заложена еще Э. де Мартонном, и она не устарела: любой рельеф, пусть всего лишь долина или холм, отражает столь сложное взаимодействие современных факторов (включая возрастающее влияние активности человека) с результатами проявления разных процессов в более или менее отдаленном прошлом, что каждому геоморфологу любой специализации желательно иметь максимально широкую научную подготовку и разносторонний опыт.

Самым ярким доказательством этому могут служить геоморфологические исследования в умеренном поясе, условия которого считались когда-то «нормальными . В современной динамике рельефа здесь активно участвуют физические и химические процессы. Однако большая, часто ведущая роль влияния унаследованных форм рельефа заставляет геоморфолога реконструировать условия, в которых здешние ландшафты развивались в ледниковые и межледниковые эпохи четвертичного периода, а также обстановку третичного времени, когда здесь были полупустыни, степи или саванны. Опыт показывает, что без непосредственного знания современных аналогов этих ландшафтов подобные реконструкции легко оказываются ошибочными, хотя, конечно, нельзя и проводить полную аналогию между современными и ранее существовавшими явлениями, так как природные явления не повторяются одинаково.

К этим выводам я пришел еще в довоенный период благодаря изучению Высокого Атласа. С тех пор разные обстоятельства и сотрудниче-





ство со все большим числом географов с разных концов света позволили мне посетить различные районы мира, включая арктические в Скандинавии, Канаде и других местах, а также более или менее влажные тропические области, в особенности в Африке и Южной Америке (Бразилия). Хотя некоторые из моих поездок и не были продолжительными, но сделанные наблюдения позволяли во всяком случае уточнять и расширять знания, почерпнутые из литературы, с большим пониманием и эффективнее использовать различную документацию и публикации.

Всегда, однако, мои исследования были направлены главным образом на изучение аридных и семиаридных областей — пустынь от Западной и Центральной Сахары до северной части Аравийского полуострова, через Иран и континентальные пустыни советской Средней Азии вплоть до пустыни Тар, включая также пустыни Чили, Перу и Австралии. Все эти пустыни сильно отличаются друг от друга. Геоморфологу нелегко втиснуть их в одну общую модель, к тому же еще основанную прежде всего на показателе засушливости. Кроме того, все настоящие пустыни, подлинные аридные области окружены менее засушливыми территориями, именуемыми семиаридными, или полувлажными, не говоря уже о горах в пустынях, резко меняющих условия аридности.

Одна из главных черт аридных областей — нерегулярность климатических явлений, в первую очередь выпадения осадков в течение года и от года к году. В результате этого аридность имеет не только пространственное, но и временное выражение, и границы, а точнее, переходы от аридных областей к семиаридным или полувлажным совсем не ясно выражены. Именно поэтому многие из так называемых пустынь на самом деле не более чем полупустыни, например, Чихуахуа в Мексике, даже пустыня Тар, по крайней мере ее часть, лежащая в Индии. Чтобы понять пустыни, надо чувствовать их край — «сахель», как говорят арабы. Краевые части пустынь как в прошлом, так и в настоящем в зависимости от изменений и колебаний климата попеременно присоединяются то к пустыням, то к прилегающим к ним более влажным тропическим областям или к современным саваннам, или же к умеренным областям, например таким, как современное Средиземноморье.

Именно эти краевые части пустынь выделяются многообразием рельефообразующих процессов. Их исключительная интенсивность связана с резкими контрастами температур и степени увлажненности. Тропические пустыни — самые жаркие области на Земле, и роль высоких температур в разрушении горных пород (термокластика) нельзя недооценивать, как это иногда делается. На менее прогреваемых окраинах умеренного пояса это воздействие дополняется влиянием на

разрушение пород вымораживания (криокластика). Оно заметно проявляется в Средиземноморье и в континентальных пустынях умеренного пояса, особенно там, где большие пространства заняты горами. Разрушению пород также благоприятствует проникновение в них воды (гидрокластика) и солей (галокластика). Последние, гидратизируясь, увеличиваются в объеме и так же активно разрушают породы, как лед.

Но особенно впечатляет воздействие на горные породы текучих вод. В аридных областях, конечно, выпадение осадков происходит в очень короткие отрезки времени, а в так называемых гипераридных областях дожди могут вообще не выпадать в отдельные годы. Но твердо известно, что на Земле нет пустынь, где совсем не бывает дождей. Эти редкие дожди, выпадающие в течение очень коротких влажных периодов или всего несколько дней в году, отличаются исключительной рельефообразующей силой, так как их влага попадает на почву, лишенную защиты растительного покрова. С этим связано возникновение весьма своеобразных форм рельефа, создаваемых поверхностным стоком и переносом им рыхлого материала. В пустынях, как нигде в других областях Земли, еще особенно активно воздействие на рельеф такого физического явления, как ветер. Оно настолько сильно, что нередко ошибочно ветер принимается за главный агент эрозии в аридной геоморфологии.

Хотя на долю физических факторов в пустынях, подобно холодным областям и высокогорьям, приходится основная роль в рельефообразовании, но и химическое выветривание имеет место, по крайней мере в семиардных областях. Оно проявляется в выветривании пород на поверхности, особенно в почвенном горизонте, в образовании известковых, гипсовых и других солевых кор, железистых панцирей. Поскольку все современные пустыни в то или иное время в прошлом имели семиаридные условия, значение этого типа выветривания важно и для современных пустынь.

Чтобы лучше понять пустыни, на долю которых приходится одна треть всей суши, было необходимо глубоко изучить особенности окружающих их областей и даже холодные области, где так же, как и в пустынях, преобладающее значение имеют физические процессы, создающие аналогичные пустынным формы рельефа. Иногда такие формы рельефа холодных областей можно даже спутать с пустынными формами, например, микроформы, созданные таянием льда, трещиноватость поверхности и особенно некоторые аккумулятивные гляциальные и перигляциальные формы без признаков слоистости на склонах и в долинах, похожие на следы селевых и паводковых потоков.

Для того чтобы выяснить особенности и скорость воздействия тепла и влаги на горные породы, выявить различные формы стока и переноса обломочного материала, типы выветривания и характер почвообразования в прошлом, необходимо сочетать полевые исследования с лабораторными. В этом отношении очень показателен пример изучения ветровой эрозии и аккумуляции, в частности образования комплексов песчаных дюн. Этот пример свидетельствует и о трудности изучения таких форм рельефа, и о необходимости для геоморфолога привлекать методы исследования других наук. На первый взгляд дюны — одна из самых простых форм рельефа, в образовании которой непосредственно проявляются физические законы динамики текучих тел, т. е. те явления, которые легче всего воспроизвести в лабораторных условиях. Это более или менее верно лишь для самых простых типов дюн, серповидных дюн или барханов. Но для объяснения причин возникновения бесконечно разнообразных форм скопления песков в сахарских песчаных массивах — эргах уже давно разрабатываются самые разные модели, ни одна из которых пока не дала удовлетворительных результатов. Только в последние годы развитие исследований динамики песков благодаря успехам наблюдений из космоса и другим научным достижениям позволило выработать более плодотворные модели этой динамики.

Хотя в изучении динамики рельефообразования в аридных областях наметился прогресс, геоморфологам предстоит еще многое сделать, чтобы связать эти успехи с конкретными особенностями столь различных по своей природе пустынь мира. Суть в том, что аридность — явление климатическое, точнее, биоклиматическое, и проявляется она в дефиците водного баланса, из-за которого в условиях аридности могут существовать лишь растения, физиологически приспособившиеся к этому дефициту. Типология пустынь раньше разрабатывалась на основе показателей водного баланса, но для географа недостаточно определение пустынь лишь по

сто лет назад

АНГЛИЯ. Каждому, ездившему много по железным дорогам, приходилось часто ошибаться относительно названия станции, у которой поезд останавливается Английский инженер Роджерс хочет избавить нас от этих затруднений. Он изобрел электрический аппарат, автоматически сообщающий название станции, к которой подходит поезд. Аппарат имеет вид стенных часов, на циферблате которых написаны названия станций. Стрелка аппарата будет указывать их своевременно. В каждом вагоне должен находиться такой аппарат. Притом он может быть снабжен будильником, который будет в состоянии разбудить пассажира от самого крепкого сна.

«Еженедельное новое время», № 63, 1880 г.

одному такому признаку, который в биологическом отношении обычно негативен. В мировом масштабе нужно оперировать не обобщенным понятием «пустыня», а знать типы пустынь, что требует анализа разных показателей и сопоставления конкретных особенностей каждой пустынной области. Лишь идя таким путем, мы можем создать нужную типологию (классификацию) пустынь. Данные о растительном и животном мире, которые обычно наименее развиты в пустынях, не могут служить ведущим признаком в аридных областях. Коренные породы и поверхностные геологические образования в пустынях обнажены, и формы рельефа представляются главными особенностями пустынных ландшафтов. Увлекаясь климатической геоморфологией, географы нередко игнорируют морфоструктуры, которые в пустынях доминируют в общем облике рельефа. Именно поэтому, непосредственно познакомившись с большинством аридных областей мира, я предложил свою типологию пустынь, не игнорирующую их биоклиматические особенности, но основанную прежде всего на данных о морфоструктуре, а затем уже учитывающую биоклиматические показатели. Эта типология включает две главные группы пустынь:

1 — тропические пустыни на древних выровненных платформах, для рельефа которых характерны наклонные равнины на кристаллическом цоколе, столовые плато, поверхностные коры и обширные пространства песчаных массивов (Сахаро-Аравийские пустыни, Намиб, австралийские пустыни);

2 — горные и подгорные пустыни Анд, Скалистых гор и альпийской системы от Северной Африки до Центральной Азии.

Совершенно очевидно, что вторая группа значительно более разнообразна по сравнению с первой, и в ней следует выделить много подтипов пустынь, и не только по биоклиматическим показателям, как в первой, но и по особенностям морфоструктур.

Итак, на примере изучения рельефа аридных областей ясно видна необходимость для геоморфологии сочетать данные, концепции и методы исследования морфоструктурной и климатической геоморфологии. В том или ином отношении, в зависимости от объекта исследования, эти два главных подхода в геоморфологии должны всегда сочетаться при изучении динамики рельефообразования в настоящем и в прошлом. Без этого невозможно ни научное объяснение происхождения форм рельефа, ни вообще прогресс в познании лика Земли.

К этому следует еще добавить, что геоморфология отнюдь не теоретическая наука. Глобальное изучение геоморфологических явлений позволяет с большой эффективностью все шире использовать накопленные знания для охраны природы и ее ресурсов в ходе хозяйственного освоения территорий. Примером опять могут служить пустыни, современное расширение площади которых, в частности, в результате крупных засух, показало всю важность проблемы аридности. Причиной происходящего в мире «опустынивания» оказываются не столько климатические изменения, сколько последствия деятельности человека — чрезмерный выпас, необдуманное расширение обрабатываемых земель, внедрение новой техники, не учитывающей нарушение ею экологических равновесий и динамики геоморфологических процессов.

Современная геоморфология вместе с другими науками может и должна дать объяснение таким явлениям и помочь преодолению их отрицательных последствий.

В. А. МАТВЕЕВ,
Р. М. МУРАДЯН,
А. Н. ТАВХЕЛИДЗЕ

На пути к раскрытию структуры элементарных частиц

Н. КАТО

Дифракция рентгеновского излучения — новейшие достижения теории

Л. ТОМАТИС

Мутагенез и канцерогенез

МИКРОМИР

НАУКА
ОТКРЫЛА
ЗА
ВИДИМЫМ
ПРЕДЕЛОМ
ЦЕЛЫЕ
МИРЫ
НЕВИДИМЫХ
ПОДРОБНОСТЕЙ.

Герцен







ВИКТОР АНАТОЛЬЕВИЧ МАТВЕЕВ

(р. 1941) — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, лауреат премии Ленинского комсомола, заместитель директора Института ядерных исследований АН СССР. Родился в пос. Тайга вблизи Новосибирска. В 1964 окончил физический факультет Ленинградского университета и начал работать в Лаборатории теоретической физики Объединенного института ядерных исследований в Дубне (ОИЯИ). Основные работы относятся к области теории элементарных частиц и квантовой теории поля. Здесь ему принадлежит ряд важных результатов по кварковой теории элементарных частиц, релятивистским динамическим уравнениям в квантовой теории поля, теории сильных взаимодействий при высоких энергиях. В 1973 был удостоен премии Ленинского комсомола в области науки и техники за участие в цикле работ по развитию приближенных методов в квантовой теории поля в применении к задачам физики высоких энергий.

С 1975 по 1977 возглавлял группу советских физиков, участвовавших в совместных советско-американских экспериментах на ускорителе национальной ускорительной лаборатории США имени Э. Ферми (Батавия, Иллинойс). С 1978 работает в Институте ядерных исследований АН СССР.

РУДОЛЬФ МУРАДОВИЧ МУРАДЯН

(р. 1936) — физик-теоретик, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Объединенного института ядерных исследований в Дубне.

Родился в Ереване. В 1959 окончил физический факультет МГУ, затем аспирантуру университета. С 1962 по настоящее время работает в Лаборатории теоретической физики ОИЯИ.

Им внесен существенный вклад в развитие различных областей современной физики элементарных частиц: в теорию комплексных угловых моментов и двойных спектральных представлений амплитуды рассеяния, в теорию высших симметрий и структуры элементарных частиц, в квазипотенциальный подход к квантовой теории поля.

В настоящее время Р. М. Мурадян разрабатывает гипотезу о происхождении космических объектов — галактик, звезд и их систем за счет распада сверхтяжелых адронов.

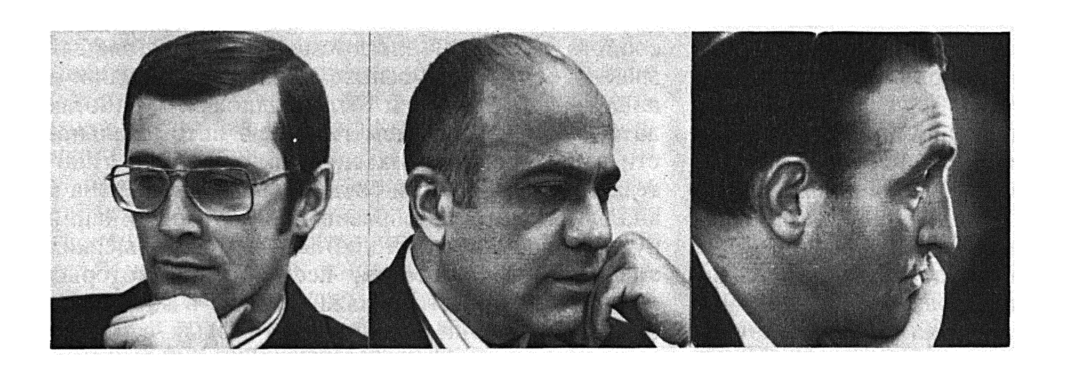
АЛЬБЕРТ НИКИФОРОВИЧ ТАВХЕЛИДЗЕ

(р. 1930) — физик-теоретик, профессор, академик АН Грузинской ССР, лауреат Государственной премии СССР, директор Института ядерных исследований АН СССР. Родился в Тбилиси. В 1953 окончил Тбилисский государственный университет. В 1956 начал работать в Лаборатории теоретической физики Объединенного института ядерных исследований в Дубне. С 1964 — начальник отдела, заместитель директора ЛТФ ОИЯИ. С 1970 — директор Института ядерных исследований АН СССР, профессор МГУ, заведующий отделом теоретической физики Института математики им. А. Н. Размадзе АН Грузинской ССР.

Широкую известность получили исследования А. Н. Тавхелидзе по квантовой теории поля и теории элементарных частиц.

Исследования А. Н. Тавхелидзе, вошедшие в совместный цикл теоретических и экспериментальных работ «Фоторождение π-мезонов на нуклонах в области средних энергий», в 1973 удостоены Государственной премии СССР. Совместно с академиками Н. Н. Боголюбовым и Б. В. Струминским А. Н. Тавхелидзе предложил новое квантовое число кварков, названное впоследствии цветом, лежащее в основе современной теории сильных взаимодействий — квантовой хромодинамики.

Цикл работ, выполненный совместно В. А. Матвеевым, Р. М. Мурадяном и А. Н. Тавхелидзе, посвящен одной из важнейших проблем физики высоких энергий — исследованию динамики взаимодействий элементарных частиц при высоких энергиях и больших передачах импульса.



ВИКТОР АНАТОЛЬЕВИЧ МАТВЕЕВ,
РУДОЛЬФ МУРАДОВИЧ МУРАДЯН,
АЛЬБЕРТ НИКИФОРОВИЧ ТАВХЕЛИДЗЕ

На пути к раскрытию структуры элементарных частиц

Будущее физики и опирающихся на ее достижения других отраслей естествознания в значительной степени зависит от прогресса в познании внутренней структуры и фундаментальных законов взаимодействия элементарных частиц.

Новые ускорители заряженных частиц на сверхвысокие энергии и сильноточные ускорители, передовая экспериментальная техника и новые теоретические идеи призваны ответить на один из самых глубоких вопросов естествознания: что такое элементарная частица?

Интенсивные экспериментальные и теоретические исследования в области физики высоких энергий привели за последние 10—15 лет к значительным успехам в раскрытии фундаментальных законов микромира. Выяснилась принципиально важная роль пространственно-временных и так называемых внутренних симметрий, связанных с основными законами сохранения в микромире, для понимания систематики элементарных частиц и свойств их взаимодействий. В результате развития этого, так сказать, симметрийного подхода в теории элементарных частиц возникла чрезвычайно плодотворная составная кварковая модель сильновзаимодействующих частиц — мезонов и барионов. Идея кварков как элементарных составляющих мезонов и барионов, мельчайших частиц микромира, обладающих новым, неизвестным ранее квантовым числом — «цветом», играет фундаментальную роль на пути создания более полной теории элементарных частиц.

В поиске законов, управляющих взаимодействиями элементарных частиц, важное значение приобрело понятие вырожденного вакуума, введенное Н. Н. Боголюбовым при создании теории таких фундаментальных физических явлений, как сверхтекучесть и сверхпроводимость. Вырожденные состояния квантовой системы крайне чувствительны к малым возмущениям, нарушающим ту или иную симметрию задачи. В таком состоянии симметрия системы может нарушаться самопроизвольно, или, как говорят, спонтанным образом. Так происходит, например, нарушение сферической симметрии при переходе парамагнетика в ферромагнитное состояние при температуре ниже точки Кюри. Развитие концепций спонтанного нарушения симметрии в квантовополевой теории элементарных частиц показало, что они могут служить мощным инструментом при объединении различных, на первый взгляд далеких друг от друга, фундаментальных взаимодействий. Успехи применения идеи спонтанного нарушения к так называемым локальным калибровочным симметриям, которые будут обсуждаться ниже, позволяют надеяться, что природа основных сил в микромире может быть понята на основе единой сверхсимметричной теории.

Достигнутый к настоящему времени прогресс в понимании структуры элементарных частиц связан со значительными успехами в области физики высоких энергий. Именно изучение процессов столкновения частиц при высоких энергиях дает наиболее непосредственную информацию о внутреннем строении элементарных частиц и атомных ядер. Чем выше энергии сталкивающихся частиц и достигающиеся в этих про-

ВИКТОР АНАТОЛЬЕ
(р. 1941) — физик-т
математических на
нинского комсомо
Института ядерны
Родился в пос. Т
В 1964 окончил
градского уни
Лаборатории
ного институт
(ОИЯИ). С
ласти тео
вой теог
важн
менте
ски
тео
эн
Л

...ьса, тем более глубинные
...ов становятся доступными

...обенностью процессов вза-
...д высоких энергий является
...разование вторичных частиц.
...ложность описания конечных
...ли при достаточно высоких энер-
...ния делают здесь непригодными
...методы исследования.
...льно новая теория многочастичных
...нованная на концепции инклюзив-
...ий, была предложена А. А. Логуно-
...м подходе вместо того, чтобы следить
...новь образующимися частицами, ста-
...ача изучения характеристик лишь одной
...скольких выделенных частиц заданного
... однако взятых по совокупности во всех
...жных каналах реакции. Этот инклюзивный
...д (inclusive — включающий в себя) позволил
...ючить в рассмотрение все каналы реакции и
...ть наиболее модельно-независимое описание
многочастичных процессов при высоких энергиях, основанное на принципах квантовой теории поля.

Сразу же после введения в строй в 1969 г. протонного ускорителя Института физики высоких энергий в Серпухове (ИФВЭ), в то время крупнейшего в мире, было обнаружено замечательное свойство масштабной инвариантности в инклюзивных адронных реакциях.

Обнаружение масштабных свойств в инклюзивных процессах и их теоретическое исследование в работах Р. Фейнмана (R. Feynman) и Ч. Н. Янга (C. N. Yang) углубили наши представления о природе сильных взаимодействий и дали новый стимул развитию инклюзивного подхода.

Исследования по инклюзивному рассеянию электронов на протонах и нейтронах, проведенные в Стэнфордском центре линейных ускорителей (СЛАК, Стэнфорд, США), привели к обнаружению масштабных свойств этих процессов (бьеркеновский скейлинг), указывающих на существование точечно-подобных образований внутри протона, названных «партонами» (part — часть, доля). Еще раньше, в 1964 г., идея о точечно-подобном поведении в полных сечениях взаимодействия лептонов с нуклонами была высказана М. А. Марковым на основе теоретических соображений. Эксперименты на других крупнейших ускорителях, в том числе в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН, Женева, Швейцария) и в Национальной ускорительной лаборатории им. Э. Ферми (ФНАЛ, Батавия, США) подтвердили идею о точечно-подобном поведении в процессах неупругого взаимодействия нейтрино и антинейтрино с нуклонами.

Единый подход к изучению масштабных свойств сильных, электромагнитных и слабых взаимодействий на основе принципов подобия и анализа размерностей был предложен в работах авторов под названием гипотезы автомодельности в физике высоких энергий. В 1969 г. гипотеза автомодельности была впервые применена к анализу процессов образования лептонных пар в нуклон-нуклонных столкновениях при высоких энергиях — процессов, исследование которых сыграло впоследствии важную роль в обнаружении и раскрытии свойств двух новых семейств элементарных частиц. В 1971 г. в изучении процессов сильных взаимодействий при высоких энергиях был использован обобщенный анализ размерностей с введением векторных единиц длины, что позволило теоретически осмыслить большое количество эмпирических фактов, касающихся динамики сильных взаимодействий, и объединить результаты различных подходов к изучению масштабных свойств бинарных и инклюзивных процессов. В 1973 г., исходя из гипотезы автомодельности и кварковой структуры адронов — мезонов и барионов, авторами были сформулированы правила размерного «кваркового счета», определяющие характер асимптотического поведения при высоких энергиях процессов упругого рассеяния на большие углы и электромагнитных формфакторов (т. е. структурных функций) элементарных частиц и простейших атомных ядер.

В этой статье мы расскажем о некоторых важных вехах на пути к раскрытию структуры элементарных частиц, познанию природы фундаментальных составляющих материи и законов их взаимодействия.

Симметрии фундаментальных частиц и взаимодействий

Экспериментальные и теоретические исследования последних десятилетий, направленные на поиск простейших составляющих материи, открыли поистине многообразный и необъятный мир элементарных частиц. Если полвека назад физика имела дело лишь с двумя частицами, из которых предположительно строился окружающий нас мир, то к настоящему времени общее число так называемых элементарных частиц превысило число известных химических элементов в природе.

В этом многоликом мире можно выделить, однако, три основных типа фундаментальных частиц: класс барионов, класс мезонов и, наконец, класс лептонов. Наиболее известные представители семейства барионов — протон и нейтрон, из них построены атомные ядра. Мезоны, ввиду их нестабильности, не существуют в природе в готовом виде и рождаются в результате столкновения частиц достаточно высоких энергий. Легчайшая частица в семействе мезонов — π-мезон весьма «охотно» образуется в ядерных

взаимодействиях ускоренных протонов с ядрами мишени. К числу лептонов относятся электрон (e), мюон (μ), а также два типа нейтрино, которые принято называть электронным (ν_e) и мюонным (ν_μ) нейтрино.

Частицы, принадлежащие различным классам, характеризуются как возможными значениями своих основных характеристик — квантовых чисел, к числу которых относятся электрический заряд Q, барионное число B, угловой момент, или спин J, и другие, так и типом взаимодействий, в которых они принимают участие.

Согласно современным представлениям существуют четыре основных типа фундаментальных взаимодействий, к которым сводятся все разнообразнейшие проявления природы элементарных частиц, — это сильные, электромагнитные, слабые и гравитационные взаимодействия. Характеризующие эти взаимодействия величины сил, а также роль, какую они играют в явлениях микромира и в природе в целом, весьма различны.

В отличие от мезонов и барионов лептоны не участвуют в сильных взаимодействиях и наиболее близко соответствуют нашим представлениям об элементарных, практически точечных или бесструктурных частицах.

Мир частиц, обладающих сильным взаимодействием, т. е. барионов и мезонов, или, как их принято называть, адронов, в отличие от мира лептонов оказался весьма населенным. Упорный экспериментальный поиск «прародителей» этого семейства частиц привел лишь к своеобразному «демографическому взрыву» в мире адронов. Таблицы элементарных частиц содержат информацию уже о более чем 200 адронах, в основном весьма короткоживущих состояниях, образующихся во взаимодействиях адронов при высоких энергиях, и нет никаких оснований считать, что число их не будет расти с достижением все больших энергий ускоряемых частиц.

К началу 60-х годов стало почти очевидным, что в основе этого сложного здания элементарных частиц должно лежать относительно небольшое число простых принципов, без знания которых невозможно понять строение всего здания в целом. Почти повсеместно теоретики были заняты поисками аналога таблицы Менделеева для элементарных частиц, которая давала бы экономное и систематическое описание всех многообразных их свойств.

В 1964 г. в работах М. Гелл-Манна (M. Gell-Mann) и Г. Цвейга (G. Zweig) была высказана гипотеза кварков — гипотетических частиц, из которых строятся все наблюдаемые сильновзаимодействующие частицы — мезоны и барионы. Поначалу кварки мыслились как сугубо математические объекты, в терминах которых наиболее простым и изящным образом можно описывать обнаруженные к тому времени свойства унитарной $SU(3)$-симметрии сильных взаимодействий*.

Однако по мере развития теории в понятие кварков, несмотря на то что в отличие от известных частиц их квантовые числа оказывались дробными, а сами они до сих пор не наблюдались в свободном состоянии, стал вкладываться реальный физический смысл. Квантовые числа кварков приведены в табл. 1. Постулируется, что барионы состоят из трех кварков, а мезоны из одного кварка и одного антикварка. Кварковая структура наиболее долгоживущих мезонов и барионов приведена в табл. 2. Простым сложением квантовых чисел кварков нетрудно убедиться, что, несмотря на их дробность, квантовые числа составленных из кварков адронов оказываются целыми, что соответствует опытным данным. Так, например, протон, описываемый как трехкварковая система uud, имеет целый электрический заряд $2/3+2/3-1/3=1$ и целое барионное число $1/3+1/3+1/3=1$.

Таблица 1

СВОЙСТВА КВАРКОВ

Тип кварка	Изоспин	Заряд	Странность	Чарм
u	1/2	2/3	0	0
d	−1/2	−1/3	0	0
s	0	−1/3	−1	0
c	0	2/3	0	1

Барионный заряд $B=1/3$ и угловой момент, или спин $J=1/2$, для всех кварков. Квантовые числа антикварков противоположны по знаку квантовым числам соответствующих кварков. Использованные здесь традиционные обозначения типов кварков имеют следующее происхождение:
u — от начальной буквы английского слова up, означающего, что изотопический спин направлен вверх;
d — от слова down, т. е. с изоспином, направленным вниз;
s — от слова strange, означающего «странный»;
c — от слова charmed, означающего «очарованный».

Построение адронов из кварков оказалось возможным, однако, лишь при одном условии: кварки должны обладать полуцелым значением углового момента ($J=1/2$). Другими словами, кварки являются фермионами, т. е., как и электроны в атоме, кварки должны подчиняться принципу Паули, согласно которому ни при каких условиях две идентичные частицы с полуцелым спином не могут занимать одно и то же квантовое состояние. Это обстоятельство находилось, однако, в явном противоречии с практикой построения адронов из кварков. Так, например Ω-гиперон — состояние с двойной странностью и угловым моментом $J=3/2$, должно было рассматриваться как система трех странных кварков в идентичных квантовых состояниях с параллельными спинами в полном противоречии с принципом Паули! В кварковой теории

* Мы отсылаем читателя к статье Б. А. Арбузова и А. А. Логунова «Частицы и силы: поиски единства» («Наука и человечество. 1979»), где описываются свойства симметрии и систематика сильновзаимодействующих частиц и определяются все появляющиеся далее в тексте квантовые числа частиц.

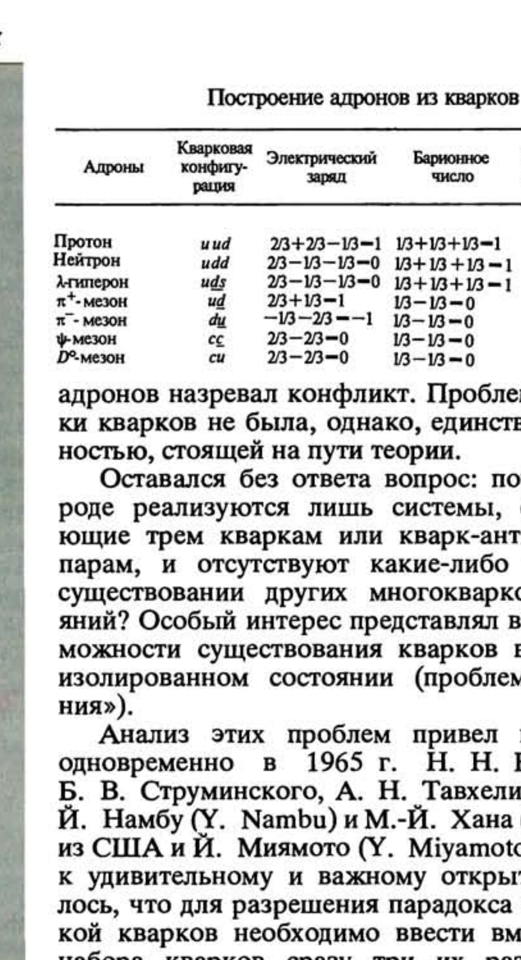


Рис. 1. Схематическая картина внутренней структуры протона и нейтрона. Возможно, что протон и нейтрон представляют собой связанные состояния их трех «валентных» кварков с дробными электрическими зарядами +2/3 и −1/3, вкрапленными, подобно «изюму в пироге», в нейтральный фон глюонов. Каждый кварк закутан в «шубу», состоящую из кварк-антикварковых пар, и взаимодействует с соседними кварками путем обмена глюонами. Простейшие предположения о динамике кварковых взаимодействий позволяют получить правильные значения для многих характеристик протона и нейтрона, так же как и для других барионов и мезонов

Таблица 2

Построение адронов из кварков

Адроны	Кварковая конфигурация	Электрический заряд	Барионное число	Странность	Чарм
Протон	uud	2/3+2/3−1/3−1	1/3+1/3+1/3−1	0	0
Нейтрон	udd	2/3−1/3−1/3−0	1/3+1/3+1/3−1	0	0
λ-гиперон	$ud\underline{s}$	2/3−1/3−1/3−0	1/3+1/3+1/3−1	−1	0
π^+-мезон	$u\underline{d}$	2/3+1/3−1	1/3−1/3−0	0	0
π^--мезон	$d\underline{u}$	−1/3−2/3−−1	1/3−1/3−0	0	0
ψ-мезон	$c\underline{c}$	2/3−2/3−0	1/3−1/3−0	0	+1−1−0
D^0-мезон	cu	2/3−2/3−0	1/3−1/3−0	0	1

адронов назревал конфликт. Проблема статистики кварков не была, однако, единственной трудностью, стоящей на пути теории.

Оставался без ответа вопрос: почему в природе реализуются лишь системы, соответствующие трем кваркам или кварк-антикварковым парам, и отсутствуют какие-либо указания о существовании других многокварковых состояний? Особый интерес представлял вопрос о возможности существования кварков в свободном изолированном состоянии (проблема «удержания»).

Анализ этих проблем привел практически одновременно в 1965 г. Н. Н. Боголюбова, Б. В. Струминского, А. Н. Тавхелидзе, а также Й. Намбу (Y. Nambu) и М.-Й. Хана (M.-Y. Han) из США и Й. Миямото (Y. Miyamoto) из Японии к удивительному и важному открытию. Оказалось, что для разрешения парадокса со статистикой кварков необходимо ввести вместо одного набора кварков сразу три их разновидности, отличающиеся между собой значениями нового квантового числа, названного впоследствии цветом. По традиции в качестве трех независимых цветов кварков выбирают красный, зеленый и голубой, однако в силу условности этого сопоставления каждый может «раскрасить» кварки по своему вкусу. При условии, что все три кварка, составляющие барион, принадлежат к различным типам или, иначе говоря, имеют различные цвета, противоречие с принципом Паули снимается.

Таким образом, общее число кварков, из которых строятся адроны, утроилось с введением цвета, хотя число самих адронов, наблюдаемых в природе, должно было остаться прежним. Это обстоятельство образно можно выразить так: наблюдаемые адроны — мезоны и барионы — в отличие от кварков бесцветны. Другими словами, цвета кварков компенсируют друг друга внутри адронов аналогично тому, как электрические заряды ядра и окружающих его электронов компенсируют друг друга в нейтральных атомах химических элементов.

Считается, что каждый набор кварков, соответствующий одному из трех возможных цветов, имеет одни и те же свойства относительно сильных, электромагнитных и слабых взаимодействий. Другими словами, эти взаимодействия инвариантны по отношению к цвету или, выра-

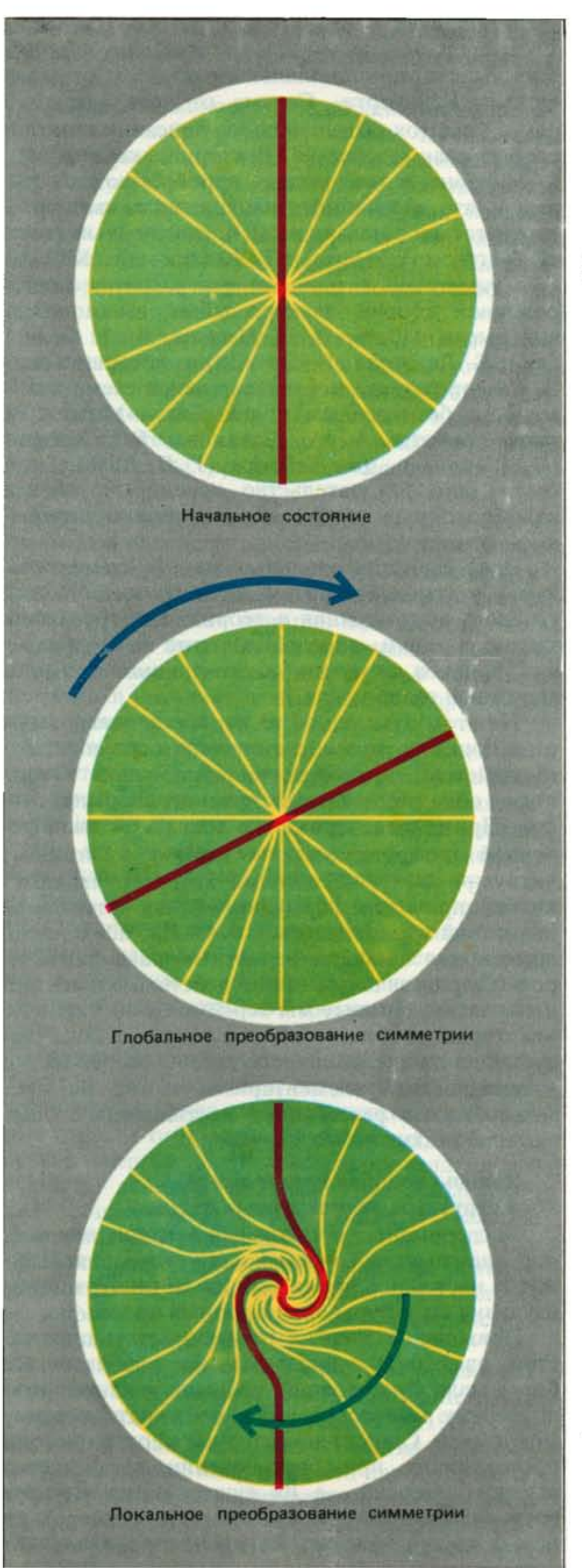


Рис. 2. Возникновение сил при локальном преобразовании симметрии можно проиллюстрировать с помощью механической аналогии. Сверху изображен диск, состоящий из тонкой упругой пленки, натянутой на жесткое кольцо. На среднем рисунке в качестве примера глобального преобразования симметрии показано вращение диска как целого. На рисунке внизу показано локальное преобразование симметрии, когда кольцо неподвижно закреплено, а вращается только упругая мембрана. В результате такого локального преобразования между различными точками мембраны возникают силы упругого натяжения. В настоящее время считается, что все четыре фундаментальные силы природы — гравитационные, электромагнитные, слабые и сильные — могут быть объяснены как результат соответствующих локальных преобразований симметрии

жаясь математическим языком, по отношению к преобразованиям группы цветовой симметрии. Преобразования группы цвета, являющейся по предположению точной симметрией, перепутывают между собой кварки различных цветов, оставляя мир адронов абсолютно неизменным.

Это обстоятельство выделяет цветовую симметрию среди всех известных до сих пор симметрий элементарных частиц, которые в конце концов оказываются лишь приближенными. «Каждая симметрия проявляется в природе вместе со своими нарушениями» — это образное выражение чрезвычайно точно характеризует ситуацию. Так, изотопическая симметрия есть выражение зарядовой независимости ядерных сил. Она становится приближенной при учете более слабых, электромагнитных взаимодействий, различающих протон от нейтрона по величине электрического заряда. SU (3)-симметрия сильных взаимодействий оказывается приближенной в силу различия между массами *u, d,* и *s* кварков, так как странный кварк *s* тяжелее нестранных *u, d* кварков на несколько сотен миллионов электронвольт.

Таким образом, цветовая симметрия кварков может оказаться принципиально новым типом симметрии в физике. Согласно существующим воззрениям, цвет является ненаблюдаемым, а природа — дальтоником, не различающим цветов.

Будущее развитие физики элементарных частиц и высоких энергий покажет, насколько точны наши сегодняшние представления о природе элементарных частиц и кварков.

Примерно в те же годы, когда создавалась кварковая картина адронов, наметился прогресс и в теоретическом осмыслении природы фундаментальных взаимодействий элементарных частиц, в частности, электромагнитных и слабых взаимодействий. К концу 60-х годов мысль о наличии глубокой внутренней связи этих двух взаимодействий стала разделяться большинством теоретиков.

В 1967 г. С. Вайнберг (S. Weinberg), А. Салам (A. Salam) и Дж. Уорд (D. Word) предложили элегантную теорию, в которой электромагнитное и слабое взаимодействия, несмотря на

свою внешнюю несхожесть, представляют, по существу, две стороны одного и того же явления*. Краеугольными камнями новой теории явились следующие два фундаментальных принципа: принцип локальной калибровочной инвариантности, принцип спонтанного нарушения симметрии.

Принцип локальной калибровочной инвариантности был введен в работе Ч. Н. Янга (C. N. Yang) и Р. Миллса (R. Mills) в 1954 г. как обобщение требований типа изотопической симметрии, накладываемое на поведение квантовых полей в каждой отдельной пространственно-временной точке.

Как мы уже говорили, понятие спонтанного нарушения симметрии возникло благодаря работам Н. Н. Боголюбова по теории квантово-статистических систем с вырожденным основным состоянием. Созданный им широко известный ныне метод квазисредних явился универсальным средством изучения квантовых систем, основное состояние которых неустойчиво относительно малых возмущений, нарушающих ту или иную симметрию задачи. Доказанная Н. Н. Боголюбовым в 1961 г. в рамках метода квазисредних фундаментальная теорема о характере инфракрасной асимптотики функций распределения для систем, обладающих свойством сверхтекучести или сверхпроводимости, предвосхитила ряд принципиальных результатов в квантовой теории поля, таких, как, например, теорема Голдстоуна о появлении безмассовых частиц при условии спонтанного нарушения симметрии вакуума. Отметим, что первые попытки переноса понятия спонтанного нарушения симметрии в квантовую теорию поля при изучении механизма генерации массы частиц в теории с безмассовыми лагранжианами относятся к 1961 г. (Б. А. Арбузов, А. Н. Тавхелидзе, Р. Н. Фаустов, Й. Намбу (Y. Nambu), Г. Йона-Лазино (G. Iona-Lasinio), В. Г. Вакс, А. И. Ларкин. Используя аналогию между основным состоянием в теории сверхпроводимости и реальным физическим вакуумом, было показано, что масса электрона может возникнуть за счет взаимодействия с вакуумом, симметрия которого спонтанно нарушена.

Привлечение идеи спонтанного нарушения к локальным калибровочным симметриям позволило построить единую теорию электромагнитных и слабых взаимодействий (как иногда теперь говорят, электрослабых взаимодействий), которая не только удовлетворительно описывает эти взаимодействия в главном приближении по константе связи, но и позволяет систематически находить поправки к этому приближению. Последнее обстоятельство, известное как свойство перенормируемости, принципиальным образом отличает модель Вайнберга—Салама от всех известных ранее попыток объединенного описания электрослабых взаимодействий. Векторные калибровочные мезоны в этой модели приобретают массу в результате спонтанного нарушения симметрии в соответствии с механизмом, предложенным ранее П. Хиггсом (P. Higgs) и Т. Кибблом (T. Kibbl).

Существенное значение для развития калибровочной теории электрослабых взаимодействий имели работы В. Н. Попова, Л. Д. Фаддеева и Б. Де Витта (B. De Witt), в которых впервые была развита последовательная схема квантования безмассовых полей Янга—Миллса, а также работы А. А. Славнова, Г. т'Хоофта (G. t'Hooft) и Дж. Тейлора (J. C. Taylor), где было дано доказательство перенормируемости калибровочных теорий со спонтанным нарушением симметрии.

Идея единства основных или фундаментальных взаимодействий элементарных частиц, успешно воплощенная в теорию электрослабых взаимодействий, определила одно из направлений поисков в теории элементарных частиц и квантовой теории поля.

На этом пути одной из первостепенных задач стал поиск возможности описания сильных взаимодействий в рамках калибровочной теории поля, обладающей свойством перенормируемости. Применение принципа локальной калибровочной инвариантности к новому квантовому числу — цвету, носителями которого являются кварки, привело к формулировке так называемой квантовой хромодинамики, считающейся в настоящее время наиболее вероятным кандидатом на роль теории сильных взаимодействий элементарных частиц. Позднее мы вернемся к обсуждению некоторых особенностей этой теории, а пока следует уделить специальное внимание особенностям взаимодействий элементарных частиц на предельно малых расстояниях, достижимых в опытах с частицами высоких энергий.

Законы подобия в микромире и структура элементарных частиц

Эксперименты с частицами высоких энергий, получаемыми на современных ускорителях, служат в настоящее время основным инструментом изучения структуры элементарных частиц.

Повышение энергии взаимодействующих частиц, связанное с продвижением в область все более малых расстояний, вскрыло удивительную по своему многообразию и сложности картину микромира. Одна из характерных черт процессов, протекающих при столкновении двух частиц высоких энергий, — их существенная неупругость, связанная с возможностью образования новых частиц. Чем выше энергия сталкивающих-

* Мы коснемся здесь лишь самых общих положений, лежащих в основе теории этих явлений. Более подробные сведения о единой теории электромагнитных и слабых взаимодействий читатель может найти в статье Б. А. Арбузова и А. А. Логунова «Частицы и силы: поиски единства» («Наука и человечество. 1979»).

ся частиц, тем большее количество новых частиц может родиться в результате такого столкновения.

Познание законов, управляющих взаимопревращением и образованием новых частиц, есть одна из важнейших задач физики высоких энергий. Следует отметить, однако, что, не говоря уже о принципиальной сложности явлений взаимодействия частиц при высоких энергиях, само по себе экспериментальное наблюдение и описание таких процессов представляет весьма непростую задачу.

Как правило, измерение всех динамических переменных, характеризующих многочастичные конечные состояния реакций взаимодействия частиц высоких энергий, оказывается невозможным, да и попытка «переварить» всю эту информацию была бы практически неосуществимой задачей.

Как отмечалось выше, в 1967 г. А. А. Логуновым был выдвинут принципиально новый подход к изучению процессов неупругого взаимодействия частиц при высоких энергиях. В основе этого подхода лежит принцип наблюдения лишь за отдельными вторичными частицами заданного сорта (пионами, нуклонами и т. п.) в конечном состоянии в реакциях взаимодействия при высоких энергиях.

Естественно, что в реакциях неупругого взаимодействия частиц при высоких энергиях с большим числом открытых каналов относительная вероятность каждого отдельного канала невелика, как незначительна та динамическая информация, которая может быть извлечена при его изучении. Рассмотрение этих инклюзивных реакций в некотором роде аналогично методу статистической механики, где наблюдение за малой частью большой системы позволяет наиболее прямым образом отразить динамику системы в целом.

Теория инклюзивных реакций, созданная в работах А. А. Логунова и его учеников, привела к установлению ряда асимптотических соотношений и строгих ограничений на сечения в области высоких энергий и продемонстрировала плодотворность данного подхода при осмыслении таких общих закономерностей, как явление масштабной инвариантности.

В настоящее время инклюзивные реакции являются одним из основных источников получения информации о динамике взаимодействия частиц при высоких энергиях.

Изучение инклюзивных спектров вторичных частиц на серпуховском ускорителе Института физики высоких энергий привело в 1969 г. к обнаружению замечательного свойства этих процессов. Оказалось, например, что наиболее вероятная энергия вновь родившейся в инклюзивном процессе частицы прямо пропорционально зависит от энергии начальных частиц. Обнаруженная закономерность позволяет качественно описать энергетический спектр вторичных частиц на будущих, еще не построенных ускорителях. Эксперименты, проводившиеся в крупнейших физических лабораториях мира, показали, что явление масштабной инвариантности присуще не только сильным, но также и слабым, и электромагнитным взаимодействиям и связано с самыми фундаментальными особенностями динамики взаимодействия элементарных частиц.

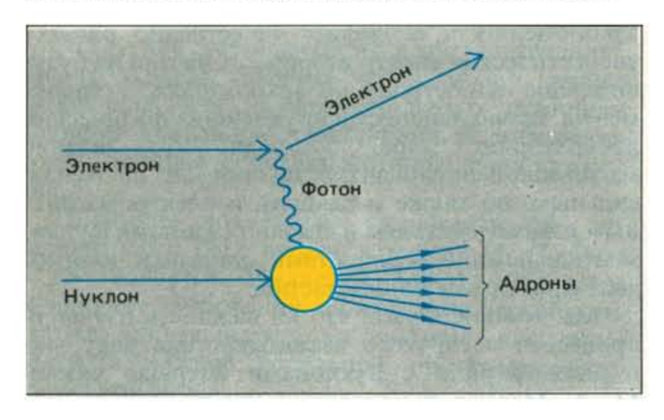
Мы говорили уже, что на важность изучения процессов неупругого взаимодействия нейтрино и антинейтрино с нуклонами впервые указал М. А. Марков, высказавший идею о точечно-подобном характере этих взаимодействий. В соответствии с этой идеей полные сечения нейтрин-нуклонного взаимодействия при высоких энергиях, после суммирования по всем конечным состояниям реакции, могут обнаруживать поведение, схожее с характером поведения сечений взаимодействия нейтрино с истинно элементарной, точечной частицей. Другими словами, эффективные размеры нуклона как бы исчезают в таких взаимодействиях.

Экспериментальные исследования подобных так называемых глубоконеупругих процессов взаимодействия лептонов с адронами на ускорителях в Стэнфорде, ЦЕРНе и Батавии подтвердили точечно-подобную природу нуклона и выявили замечательное общее свойство, присущее всем этим процессам. А именно, что асимптотическое поведение их сечений при высоких энергиях характеризуется определенными свойствами самоподобия, или автомодельности.

Автомодельность связывает поведение наблюдаемых величин, таких, как амплитуды вероятностей и сечения процессов, при различных значениях энергии и передачи импульса. Конкретный характер этих так называемых масштабных свойств определяется динамикой процессов взаимодействия.

В 1969 г. в наших работах было высказано предположение, что обнаруженные в экспериментах масштабные свойства процессов взаимодействия электронов с нуклонами являются общими для всех глубоконеупругих лептон-адронных процессов и могут быть выведены модельно независимым образом на основе анализа размерностей и законов физического подобия. Сформулированный в этих работах принцип автомодельности явился универсальным средством описания масштабных свойств самых различных процессов глубоконеупругого взаимодействия элементарных частиц*. Сущность принципа автомодельности состоит в предположении, что в асимптотическом пределе высоких энергий и больших пере-

* Аналогичный подход, опирающийся на анализ размерностей, развивался в работах Т. Д. Ли (T. D. Lee, Physics, Today, April, p. 23, 1972).



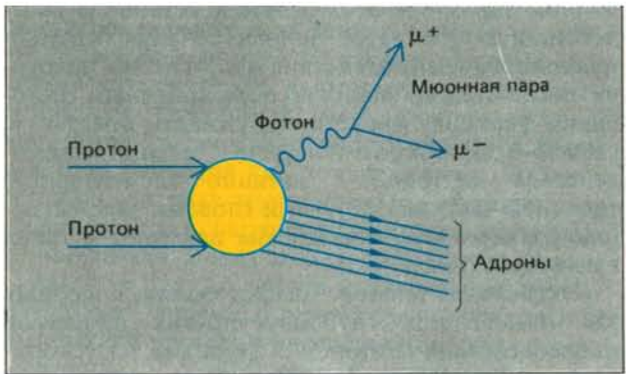


Рис. 3. Глубоконеупругое рассеяние электрона на нуклоне: $e^- + N \to r^- +$ адроны. В результате изучения этого процесса обнаружено свойство масштабной инвариантности в электромагнитных взаимодействиях на малых расстояниях, что свидетельствует о возможности точечно-подобных образований внутри нуклона

Рис. 4. Образование мюонной пары в процессе столкновения двух протонов. Изучение спектра масс мюонной пары подтвердило масштабный закон, вытекающий из принципа автомодельности

дач импульса физические, т. е. измеримые, характеристики глубоконеупругих процессов не зависят от каких-либо размерных параметров (таких, как массы частиц, радиус сильных взаимодействий и т. п.), которые могут фиксировать шкалу измерения длин или импульсов. Таким образом, сечения глубоконеупругих процессов оказываются однородными функциями релятивистски инвариантных кинематических переменных, степень однородности которых определяется анализом размерностей.

Применение принципа масштабной инвариантности, или автомодельности, к реакции глубоконеупругого рассеяния электрона на нуклоне позволило существенно продвинуться в понимании динамики этого процесса и вместе с тем поновому оценить проблему внутренней структуры протона и нейтрона.

Принцип автомодельности был применен и к другим лептон-адронным процессам. В частности, на этой основе впервые был найден масштабный закон, описывающий спектр масс мюонных пар, образующихся в протон-протонных столкновениях при высоких энергиях. Экспериментальные исследования этого процесса, начатые в 1970 г. группой Л. Ледермана в Брукхэвене, подтвердили данный масштабный закон, продемонстрировав универсальность автомодельного асимптотического поведения для глубоконеупругих лептон-адронных взаимодействий.

Итак, наблюдаемые на опыте масштабные свойства процессов взаимодействия элементарных частиц могут быть описаны единым образом на основе принципа автомодельности, исходя из законов физического подобия и анализа размерностей.

Вместе с тем возникает вопрос, в какой мере автомодельное асимптотическое поведение совместимо с такими основными положениями и требованиями квантовой теории поля, как условие локальности, микропричинности и спектральности?

Наиболее полно эта проблема исследована в работах Н. Н. Боголюбова, В. С. Владимирова и А. Н. Тавхелидзе, в которых найдены достаточные, а в определенных случаях и необходимые условия существования автомодельных асимптотик в квантовой теории поля. Одним из результатов этого подхода является установление точной взаимосвязи между автомодельной асимптотикой наблюдаемых величин — амплитуд и сечений и свойствами взаимодействия на предельно малых расстояниях.

Давая теоретическую основу для понимания наиболее общих, модельно-независимых черт масштабных закономерностей, подобный аксиоматический подход не может, естественно, претендовать на выяснение конкретного вида характеризующих автомодельную асимптотику функций безразмерных отношений кинематических переменных, который определяется динамикой взаимодействия. Дополнительная информация, позволяющая установить вид этих функций, может быть найдена, исходя из соображений о составной кварковой природе адронов. В частности, в рамках кварк-партонной модели Бьеркена — Фейнмана формфакторы глубоконеупругих лептон-адронных процессов выражаются в терминах функций распределения элементарных точечных партонов — кварков, антикварков и глюонов.

Особенно интересные следствия дает идея о составной природе адронов в области так называемого глубокоупругого рассеяния, т. е. упругого или квазиупругого рассеяния двух адронов на большие углы при высоких энергиях. В данной кинематической области все передачи импульса и энергии велики, а следовательно, мы имеем дело с процессами взаимодействия, сосредоточенными в области преимущественно малых расстояний и интервалов времени.

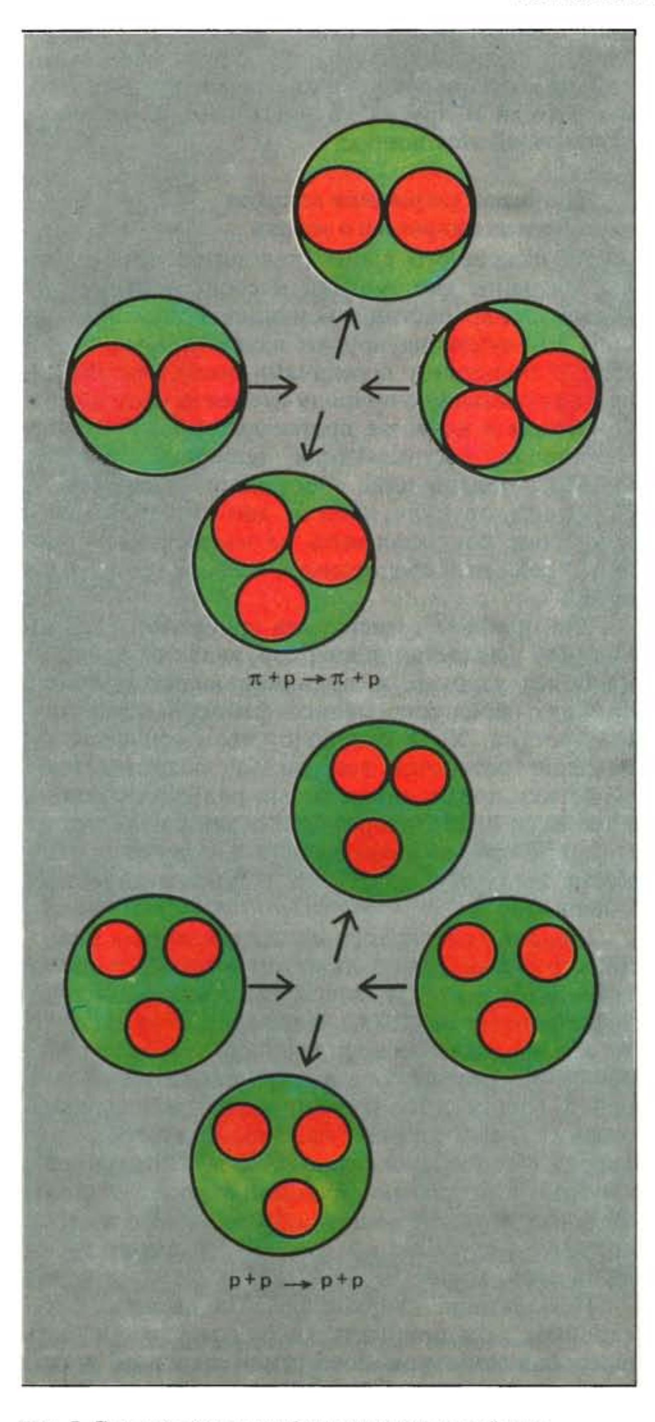


Рис. 5. Схематическое изображение кварковой картины упругого рассеяния пионов на протонах и протонов друг на друге. Легко подсчитать, что общее число элементарных составляющих (кварков), принимающих участие в реакции $\pi + p \to \pi + p$, равно $2+3+2+3=10$, а в реакции $p + p \to p + p$ соответственно $3+3+3+3=12$. Согласно изложенному в тексте правилу кваркового счета, вероятности, или дифференциальные поперечные сечения, падают с энергией, как $\frac{1}{S^8}$ для $\pi + p \to \pi + p$ и $\frac{1}{S^{10}}$ для $p + p \to p + p$

В 1973 г., исходя из принципа автомодельности и кварковой картины адронов, нами была установлена формула, определяющая характер энергетической зависимости дифференциального сечения рассеяния на большие углы при высоких энергиях $E = \sqrt{S}$:

$$\frac{d\sigma}{dt}(ab \longrightarrow cd) \sim \frac{1}{S}^{n_a+n_b+n_c+n_d-2} f(\vartheta),$$

где $n_i = a, b, c, d$ — числа элементарных составляющих участвующих в реакции адронов — кварков и антикварков; s и t — две инвариантные кинематические переменные, использующиеся для описания двухчастичных релятивистских реакций и связанные с энергией E и углом рассеяния ϑ в системе центра инерции*.

Эта формула, известная в настоящее время как формула кваркового счета, устанавливает прямую взаимосвязь между скоростью степенного убывания дифференциальных сечений рассеяния на большие углы с ростом энергии и степенью сложности участвующих в этом процессе частиц, т. е. числом их элементарных составляющих.

Аналогичным образом могут быть найдены законы асимптотического поведения электромагнитных и слабых формфакторов адронов.

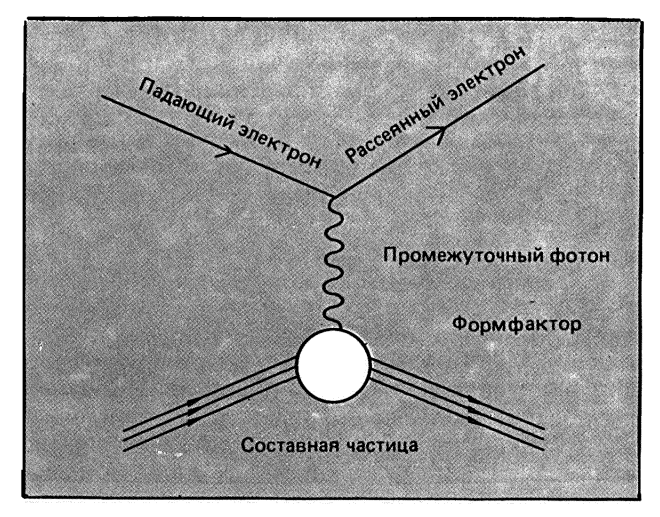
Формула кваркового счета удивительно хорошо описывает многочисленные экспериментальные данные по рассеянию элементарных частиц, позволяя извлекать из опыта непосредственную информацию о числе элементарных составляющих адронов.

Интересно отметить, что результаты недавних экспериментов по рассеянию электронов на дейтронах при высоких энергиях и больших передачах импульса, проводившихся в СЛАКе, указывают на применимость соображений, лежащих в основе метода кваркового счета, к ядерным взаимодействиям.

Как известно, дейтрон состоит из протона и нейтрона, связанных между собой ядерными силами. Ввиду малости энергии связи дейтрона нейтрон и протон в значительной степени сохраняют свою индивидуальность внутри ядра. Однако на достаточно малых расстояниях и в течение коротких интервалов времени дейтрон может проявлять себя как объект, состоящий из 6 кварков (по 3 кварка из протона и нейтрона). В таком случае электромагнитный формфактор дейтрона при больших передачах импульса должен описываться формулой кваркового счета с $n_d = 6$, что и было подтверждено экспериментально.

Эти результаты ставят интересный вопрос о

* Эта формула впоследствии из других соображений была выведена также С. Бродским — *S. Brodsky* — и Г. Фаррар — *G. Farrar* (США).



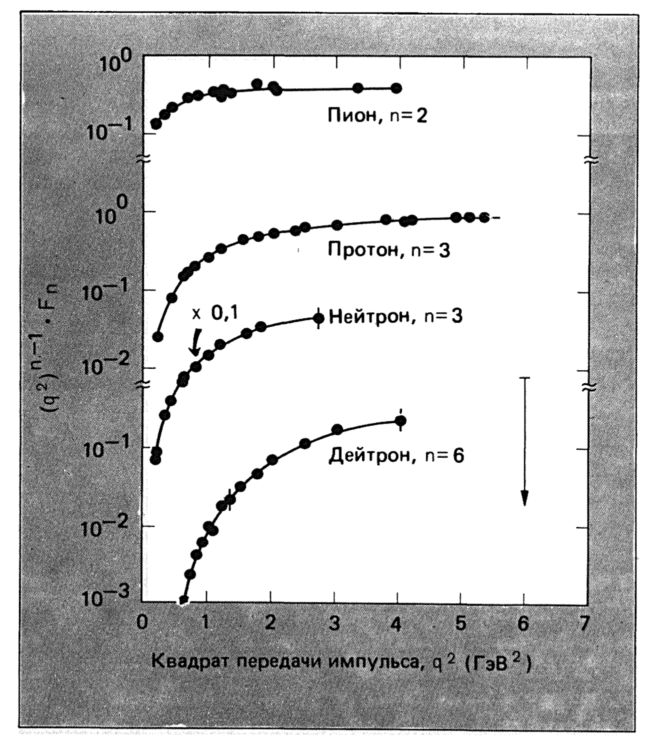


Рис. 6. Упругое рассеяние электрона на составной частице описывается функцией *E(t)*, называемой электромагнитным формфактором, где *t* — квадрат передачи четырехмерного импульса от электрона к частице *а*. Согласно правилу кваркового счета поведение формфактора при больших *t* зависит от степени сложности частицы *а*: чем сложнее частица, тем быстрее убывает формфактор $F(t) = \left(\frac{1}{t}\right)^{n_a - 1}$

Рис. 7. Сравнение предсказаний формулы кваркового счета (кривая) с экспериментальными данными (точки) для электромагнитных формфакторов пиона, нуклона (протона и нейтрона) и дейтрона — легчайшего из атомных ядер, содержащих более одного нуклона. Для удобства сравнения по оси ординат отложено в логарифмической шкале произведение значения формфактора адрона с *n*-элементарными составляющими F_n на соответствующую степень (С. Бродский *(S. Brodsky)*, Б. Черток *(B. Chertok)*, 1976)

роли кварковых степеней свободы в ядрах. Можно надеяться, что опыты с релятивистскими ядрами, проводящиеся в настоящее время в Дубне, Беркли и других научных центрах, помогут ответить на этот вопрос.

Проблема удержания кварков и модель кваркового мешка

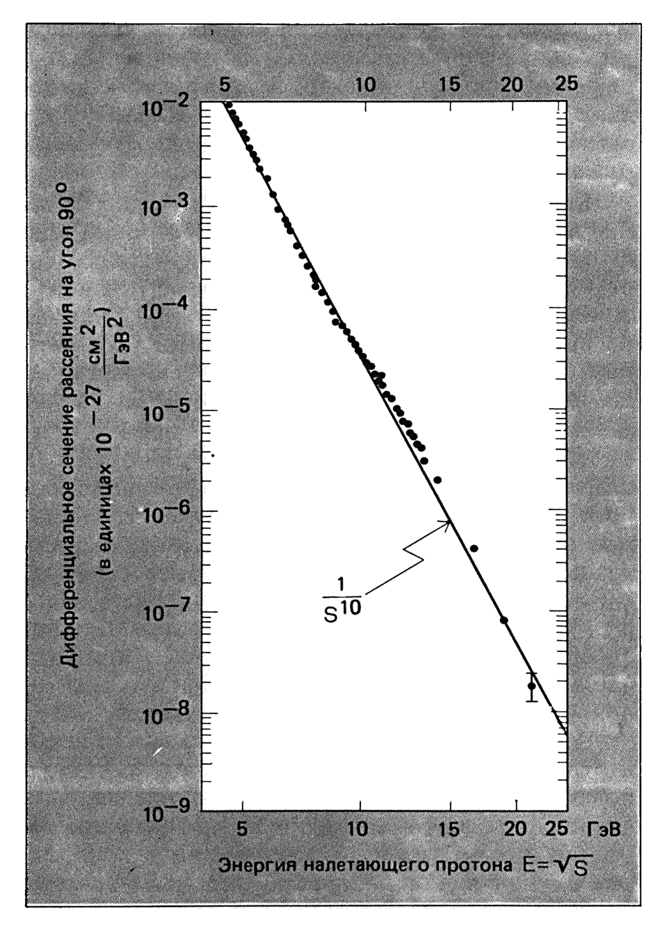
Из сказанного выше становится ясным, что как изучение систематики и свойств симметрии элементарных частиц, так и анализ опытных данных по глубоконеупругим взаимодействиям частиц с большими передачами импульса указывают на составную природу элементарных частиц. Принимая в качестве претендентов на роль элементарных составляющих адронной материи кварки, обладающие дробными зарядами и отличным от нуля цветом, мы сталкиваемся с вопросом: как объяснить их «нежелание» проявить себя непосредственно, в свободном состоянии?

Эта проблема, именуемая проблемой удержания, или невылетания кварков, является одной из наиболее узловых и принципиальных проблем, стоящих перед современной физикой элементарных частиц. Хотя очевидно, что окончательное решение останется все же за экспериментом, теоретики предприняли целый ряд попыток дать логически непротиворечивое объяснение «вечному заключению» кварков внутри адронов; в частности, была предложена так называемая модель «мешка».

Модель «кваркового мешка» возникла благодаря работам дубненских теоретиков, а также теоретиков из МТИ (Массачусетский технологический институт, США). Начиная с 1964 г., сразу же после появления идеи кварков, в Дубне в работах Н. Н. Боголюбова и сотрудников начал разрабатываться динамический подход к кварковой теории элементарных частиц. Считалось, что кварки — весьма тяжелые объекты, связанные в адронах огромными силами, которые, с одной стороны, обусловливают большой «дефект» масс кварков в адронах, а с другой — препятствуют их вылету наружу.

Невылетание кварков здесь не является безусловным, и в принципе кварки могли бы быть высвобождены при сообщении адронам достаточно большой энергии. Более того, учитывая дополнительное квантовое число, связанное с цветом, кварки могли бы быть выбраны так, чтобы их заряды были целыми, как у обычных, «нормальных» частиц. Таким образом, кварки вполне могли бы наблюдаться в опытах при высоких энергиях как массивные, в общем случае нестабильные частицы с целыми зарядами.

Динамическая составная модель позволила объяснить целый ряд свойств и особенностей взаимодействия адронов. Отметим среди них первое удовлетворительное объяснение эффекта усиле-



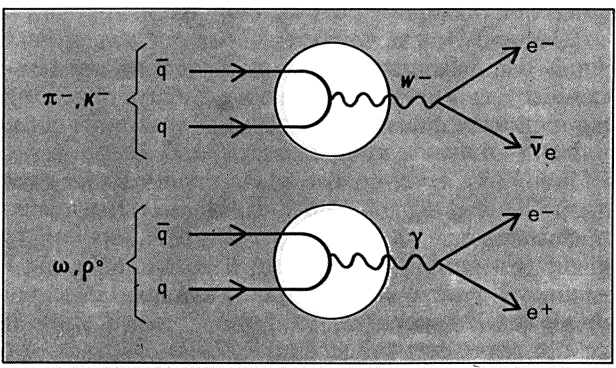


Рис. 8. Сравнение дифференциального поперечного сечения упругого протон-протонного рассеяния на угол 90° в системе центра масс с теоретически предсказанной степенной зависимостью $\frac{1}{S^{10}}$, вытекающей из принципа автомодельности (А. Хендри *(A. Hendry)*, **Д. Лихтенберг** *(D. Lichtenberg)*

Рис. 9. Распады составных мезонов как аннигиляция связанных кварк-антикварковых $q\bar{q}$ пар. Слабые распады π^- и K^- мезонов идут за счет аннигиляции в промежуточный векторный бозон W^-, распады ρ^0 и ω мезонов — за счет аннигиляции в γ-квант с последующей их конверсией в лептонные пары $e\ \bar{\nu}_e$ и e^+e^- соответственно

ния магнитного момента массивного кварка, связанного в адроне, перенормировку аксиальной константы слабого взаимодействия нуклонов, описание массовых расщеплений в мультиплетах мезонов и барионов и ряд других. Важное значение для теории элементарных частиц сыграла разработанная в рамках динамического подхода кварковая модель электромагнитных и слабых распадов мезонов. Оказалось, например, что слабые лептонные распады псевдоскалярных π- и K-мезонов, а также электромагнитные распады векторных ρ^0-и ω-мезонов на электрон-позитронные пары могут быть поняты как явления аннигиляции связанных в этих мезонах кварка и антикварка. Именно эта картина лежит в основе современного теоретического анализа различных мод распадов представителей нового семейства частиц J/ψ и Υ-мезонов.

С развитием квантовой хромодинамики как теории цветных кварков и глюонов (векторных частиц — переносчиков взаимодействия) появились надежды на возможность объяснения явления удержания кварков в рамках квантовой теории поля.

В работах теоретиков из МТИ (В. Вайскопф (V. Weisskopf) и др.) идея кваркового мешка удачно соединялась с основными представлениями квантовой хромодинамики. Было предположено, что кварки и связывающие их глюоны удерживаются в конечной области пространства, замкнутой некоторой зависящей, вообще говоря, от времени границей.

Существенным элементом модели массачусетского кваркового мешка явилось и предположение о наличии определенной постоянной плотности объемной энергии мешка.

В последние годы идея кварков и понятие кваркового мешка начинает проникать в теорию ядерных явлений. Подчеркнем, что наиболее прямым указанием на проявление кварковой структуры в ядрах оказывается наблюдающийся на опыте характер асимптотического поведения электромагнитного формфактора дейтрона, прекрасно согласующийся с предсказаниями правил кваркового счета.

Вопрос о роли кварковых степеней свободы в ядрах тесно связан с проблемой существования многокварковых систем с нестандартным числом кварков — дибарионов, кварковых молекул и т. п. Программа экспериментальных исследований с релятивистскими ядрами в области высоких энергий и больших передач импульса, намеченная в Дубне, Беркли и других лабораториях, нацелена именно на эти проблемы.

Поиски единой теории фундаментальных взаимодействий

Выше отмечалось, что задача построения единой теории фундаментальных взаимодействий — одна из актуальных проблем теории элементарных частиц.

Модель Вайнберга—Салама, объединившая в рамках единой калибровочной теории поля описание электромагнитных и слабых взаимодействий, явилась первой успешной попыткой в этом направлении. Результаты опытов самого последнего времени подтвердили ряд предсказаний этой модели, подняв уверенность в правильности выбранного пути.

В частности, обнаружение нарушения четности в атомных взаимодействиях в опытах с парами висмута в лазерном пучке, проведенных в Институте физики СО АН СССР, а также исследование так называемых P-нечетных корреляций в рассеянии поляризованных электронов на дейтронах в СЛАКе находятся в согласии с теорией электрослабых взаимодействий. Эти эффекты обусловлены интерференцией электромагнитного, связанного с обменом виртуальными γ-квантами, и слабого, связанного с обменом нейтральным промежуточным Z°-бозоном, взаимодействиями. Более того, определяемый в опытах основной параметр теории — так называемый угол смешивания (угол Вайнберга) — описывает также другие процессы слабого взаимодействия, такие, как упругое и неупругое рассеяние нейтрино на нуклоне и другие.

Важным элементом современных калибровочных теорий является идея симметрии между кварками и лептонами. В теории электрослабых взаимодействий фермионные поля, соответствующие кваркам и лептонам, группируются в дублеты — простейшие двумерные представления группы изотопических вращений $SU(2)$. Учитывая достигнутый на сегодняшний день уровень знаний об элементарных частицах, мир кварков и лептонов предстает перед нами в удивительно симметричной форме:

Дублеты кварков $\binom{u}{d}, \binom{c}{s}, \binom{t}{b}, \ldots ?$

Дублеты лептонов $\binom{\nu_e}{e^-}, \binom{\nu_\mu}{\mu^-}, \binom{\nu_\tau}{\tau^-}, \ldots ?$

Последние в этом ряду дублеты кварков t (от английского слова top — верхний) и b (от bottom — нижний) и лептонов τ^- и ν_τ требуют пояснения. Кварк b необходим для интерпретации нового семейства тяжелых векторных мезонов Υ (9,45 ГэВ), Υ'(10,0 ГэВ), обнаруженных в 1977 г. в опытах группы Л. Ледермана в ФНАЛ, по образованию мюонных $\mu^+\mu^-$-пар в нуклон-нуклонных столкновениях при высоких энергиях. Тяжелый лептон τ^- с массой 1807 ±20 МэВ был открыт в опытах по аннигиляции электрон-позитронных пар в СЛАКе в 1976 г. Их компаньоны по дублетам — кварк t и «нейтрино» ν_τ (нейтральный лептон) еще ждут своего открытия.

Порядок, в котором расставляют кварки и лептоны, отвечает закону возрастания их массы. Очевидно, что это же обстоятельство определяет и хронологию их открытия — более тяжелые кварки и лептоны требуют для своего обнаружения бóльших энергий.

Было бы уместным спросить: исчерпывается ли перечисленными кварками и лептонами мир фундаментальных частиц — элементарных составляющих материи, или этот ряд кварков и лептонов может быть и будет продолжен? Будущее развитие физики высоких энергий позволит найти правильный ответ на этот далеко не схоластический вопрос.

Заметим, что высказанная в 1958 г. М. А. Марковым и Б. М. Понтекорво идея о существовании двух типов нейтрино — электронного и мюонного, получившая впоследствии прямое экспериментальное подтверждение, оказала значительное влияние на дальнейшее развитие физики слабых взаимодействий. В настоящее время существуют основанные на данных астрофизики и космологии соображения о том, что число нейтрино — легких нейтральных лептонов — не может превышать трех-четырех.

Что касается кварков, то здесь свойство асимптотической свободы квантовой хромодинамики подсказывает в качестве верхнего предела для числа различных типов кварков 16. При большем числе кварков их взаимодействия на малых расстояниях не явились бы малыми, и наблюдаемые на опыте свойства масштабной инвариантности вошли бы в противоречие с теорией.

Следует подчеркнуть, что окончательные выводы о справедливости единой теории электрослабых взаимодействий могут быть сделаны лишь после прямого экспериментального обнаружения промежуточных векторных бозонов W^+, W^- и Z°, массы которых оцениваются как $m_W \sim 75$ ГэВ и $m_{Z^{\circ}} \sim 86$ ГэВ. Поиск этих частиц представляет собой одну из главных задач физики высоких энергий на ближайшие годы и лежит в основе многих развивающихся сейчас программ экспериментальных исследований на ускорителях следующего поколения.

Подчеркнем, что в калибровочных теориях электрослабых взаимодействий присутствует также по крайней мере один дублет скалярных, так называемых хиггсовских частиц, обнаружение которых свидетельствовало бы в пользу существующих методов описания явления спонтанного нарушения симметрии. Поиск затрудняется здесь, однако, отсутствием определенных теоретических указаний о значениях масс этих частиц.

В прошедшие годы был предложен целый ряд обобщений первоначальной модели электрослабых взаимодействий, исходя из более широких групп симметрии, связанных с появлением в теории большего числа калибровочных векторных бозонов, а также за счет введения в теорию

большего числа хиггсовских полей. Ожидалось, что новые варианты теории помогут объяснить конкретное значение основного параметра — угла Вайнберга, описать соотношения между массами кварков и лептонов, помогут понять природу сверхслабых взаимодействий, нарушающих CP или временную четность и т. д.

Одним из следствий подобных обобщений является, например, возможность несохранения чисел лептонов определенного типа. Так, в теории электрослабых взаимодействий с несколькими дублетами хиггсовских полей оказывается возможным распад $\mu \to e + \gamma$, идущий с нарушением закона сохранения мюонного числа. Верхний предел вероятности такого распада оценивается на уровне $\sim 10^{-8}$ по отношению к полной вероятности распада μ-мезона (в основном за счет процесса $\mu^- \to e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu$). Этот исключительно редкий, согласно приведенной выше оценке, процесс был предметом поиска на существующих мезонных фабриках — сильноточных ускорителях протонов. Наилучшая верхняя оценка на вероятность данного процесса была получена на установке ЛАМПФ (Лос-Аламос, США), а именно

$$\frac{\mu \to e\gamma}{\mu \to e\nu\bar{\nu}} < 2 \times 10^{-10},$$ что свидетельствует против целого ряда обобщений в теории электрослабых взаимодействий. Данный пример убедительно демонстрирует, какой вклад в программу фундаментальных физических исследований могут внести эксперименты на мезонных фабриках.

В ряде обобщений теории появляется возможность взаимопревращений кварков и лептонов, что приводит к нестабильности протона. Подчеркнем, что нестабильность протона, в принципе, означала бы нарушение такого фундаментального закона, как закон сохранения барионного заряда. Проведенные к настоящему времени лабораторные опыты позволили установить нижнюю границу для времени жизни протона как 10^{30} лет, что примерно на 20 порядков выше времени существования астрономической Вселенной. Можно ожидать, что обсуждаемые в настоящее время опыты в низкофоновых условиях подземных лабораторий глубинного заложения нейтринной обсерватории Института ядерных исследований АН СССР, создаваемой в Баксанском ущелье на Кавказе, позволят уточнить этот исключительно важный для теории параметр.

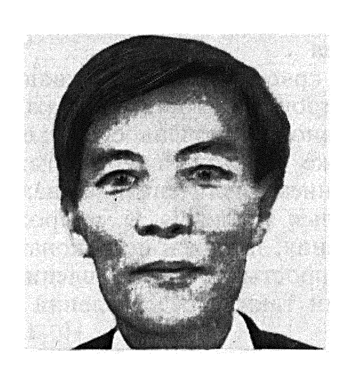
Здесь же в нейтринной обсерватории ведутся исследования по определению степени точности закона сохранения электрического заряда, нарушение которого могло бы привести к существованию аномальных переходов типа $e \to \nu + \gamma$, а также по поиску так называемых осцилляций нейтрино, т. е. самопроизвольных превращений нейтринно различных типов друг в друга. Последнее исключительно важно как для определения числа различных типов нейтрино, так и для получения из данных о спектрах солнечных нейтрино непосредственной информации об энергетике Солнца.

Говоря о перспективах построения объединенной теории электромагнитных, слабых и сильных взаимодействий элементарных частиц, прежде всего следует подчеркнуть, что необходимость единого описания диктуется всей логикой развития теоретических представлений об элементарных частицах и свойствах их взаимодействий.

Поиск единства в описании свойств и фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и их универсальных составляющих — кварков и лептонов — есть, по существу, поиск главных, краеугольных черт явлений микромира. Познание управляющих ими законов таит в себе огромные потенциальные возможности не только для самой науки, но и для развития техники и промышленности.

Трудно сказать, насколько близко мы стоим сейчас к решению этой грандиозной проблемы. Ясно, однако, что прогресс в данном направлении возможен лишь при самом широком развитии всесторонних теоретических исследований и экспериментов на существующих и будущих ускорителях, на крупных ядернофизических установках.

НОРИО КАТО (Kato)
(р. 1923) — японский физик, профессор университета в Нагое.
Высшее образование Като получил в Токио. В 1954 защитил докторскую диссертацию в университете Нагоя. Затем перешел в Институт физических исследований Кобаяши, где начал принесшие ему известность исследования дифракции рентгеновских лучей.
Работал в Гарвардском (США) и Бристольском (Великобритания) университетах, где занимался в основном топографией дифрагированного рентгеновского излучения. Вернувшись в Японию, Като вновь стал работать в Нагойском университете в качестве профессора прикладной физики.
В 1977 перешел на отделение кристаллических материалов технического факультета этого же университета.
Н. Като — активный участник международных научных организаций. В 1968—1972 был членом комитета Международного Союза кристаллографов. С 1967 по 1977 являлся соредактором журнала «Crystal Growth».



НОРИО КАТО

Дифракция рентгеновского излучения — новейшие достижения теории

Ученым моего поколения кажется поразительным, что столь элегантная теория, как динамическая теория дифракции, могла появиться практически сразу — спустя несколько лет — после открытия дифракции рентгеновского излучения на кристаллах (в 1912 г.). В 1914 г. Дарвин (Darvin) опубликовал две работы: одну — по кинематической теории рассеяния рентгеновского излучения, другую — по динамической теории. Спустя три года Эвальд (Ewald) написал ряд работ по динамической теории, которые стали классическими не только для физики рентгеновского излучения, но и для всей волновой оптики.

Здесь мы попытаемся изложить основные идеи динамической теории, а также опишем ту важную роль, которую она играет в современной кристаллографии, особенно при исследованиях степени совершенства кристаллов.

Для начала поясним значение терминов «кинематическая» и «динамическая». Согласно общепринятому соглашению в применении к теориям рассеяния, важным случаем которого является дифракция излучения на кристаллах, прилагательное «кинематическая» означает, что в теории учитывается лишь однократное рассеяние, и потому она приближенна, а «динамическая» относится к полной теории, в которой учитывается многократное рассеяние.

Кинематическая теория

Рентгеновское излучение взаимодействует с веществом, по счастью, столь слабо, что пока толщина слоя вещества не превышает нескольких микрометров, излучение проникает сквозь него, не испытывая при этом существенного ослабления и изменения своего состава. В этих пределах дифракцию рентгеновского излучения можно рассматривать, не учитывая многократное рассеяние. В любом элементарном учебнике физики говорится о том, что дифрагированную волну можно представлять в виде суммы отдельных «волночек», рассеянных каждым атомом. На рис. 1*а* это показано для простейшего случая двухатомной молекулы.

В случае кристаллов принцип нахождения дифрагированных волн остается тем же самым, только при этом надо учитывать рассеяние от огромного числа атомов, регулярно расположенных в трехмерном пространстве. Число атомов в кристалле размерами в несколько микрометров достигает триллионов! Регулярное расположение столь многочисленных атомов приводит к хорошо известному брэгговскому отражению, или дифракции. Дифрагированная волна возникает, когда падающая на кристалл волна удовлетворяет так называемому условию Вульфа — Брэгга:

$$2d\sin\Theta_B = n\lambda, \qquad (1)$$

где d — расстояние между двумя соседними плоскостями, регулярно усеянными атомами (атомными плоскостями), Θ_B — угол между направле-

нием падения волны и атомной плоскостью, λ — длина волны и *n* — произвольное целое число. В кристалле существует множество атомных плоскостей, так что брэгговские отражения получаются при многих направлениях падения волны (рис. 1 *б*).

Зная интенсивность брэгговских отражений, можно определить значение амплитуды *F* рассеяния излучения каждым строительным блоком кристалла (элементарной ячейкой). Часто *F* называют структурным фактором для кристалла. В общем случае элементарная ячейка образована многими атомами. Если проанализировать интенсивности многих брэгговских отражений, то можно определить расположение атомов в элементарной ячейке. На заре подобных исследований Брэгг изучил расположение атомов в кристаллах NaCl и KCl. Сегодня кристаллографы могут устанавливать структуру белков, элементарные ячейки в кристаллах которых содержат десятки тысяч атомов!

Теперь мы обратимся к форме линии брэгговского отражения. Уравнение (1) есть условие того, что «волночки», рассеянные каждым строительным блоком кристалла, все находятся в одной фазе. Иными словами, уравнение (1) указывает направление, соответствующее максимальной интенсивности брэгговского отражения. (В реальных экспериментальных условиях, даже когда слегка нарушается условие (1), дифрагирует все еще значительное число волн.)

Кривая $I(\Theta)$ — кривая отражения, представляющая собой зависимость интенсивности дифрагированной волны от угла падения волны Θ, в общем случае содержит в себе информацию о степени совершенства кристалла. Чем меньше размеры кристалла, тем более широкой получается кривая отражения. Реальные кристаллы вместе с тем всегда содержат то или иное количество внутренних дефектов — точечные дефекты (вакансии, примеси), линейные дефекты (дислокации), двумерные дефекты (ошибки упаковки, границы двойников, малоугловые границы), а также трехмерные дефекты (неоднородная деформация). В таких кристаллах «волночки», рассеянные «строительными блоками», в целом не могут иметь одну и ту же фазу. В некоторых участках кристалла условия синфазности удовлетворяются, в других нет. Грубо говоря, получается так, словно размеры кристалла меньше, чем действительные его размеры. Большинство кристаллов при этом рассматривают как агрегат мелких кристалликов, слегка повернутых друг по отношению к другу. В любом случае при этом следует ожидать, что кривая брэгговского отражения будет шире, чем для идеально совершенного кристалла. Потому-то анализ кривой отражения и дает сведения о степени совершенства кристалла.

Динамическая теория

Когда размеры кристаллов превышают примерно 10 микрометров, брэгговское отражение, к сожалению, становится очень сложным, поскольку теперь уже нельзя пренебрегать многократным рассеянием излучения. Однако можно получить ценные сведения о природе любого сложного явления, пытаясь истолковать его с помощью простых представлений. Собственно, в развитии таких представлений и состоит работа ученых.

Поскольку дифрагированная волна (*G*-волна) возникает из падающей волны (*O*-волны), то ясно, что последняя при своем распространении по кристаллу должна ослабевать. Почти полностью дифрагированная волна, в свою очередь, порождает *O*-волну (см. далее соотношения (2)). Процесс рассеяния, по существу, сводится к попеременному превращению *O*-волны в *G*-волну и обратно. Всякий раз, когда *O*-волна удовлетворяет условию Вульфа—Брэгга на одной стороне атомной плоскости, *G*-волна тоже удовлетворяет тому же условию по другую сторону той же плоскости. В результате интенсивности обеих волн будут колебаться со сдвигом по фазе на 180° (рис. 2).

Физика этого явления проста (хотя математическое обоснование довольно сложно), и ее можно понять с помощью так называемой «модели двух состояний». В нашем случае двумя чистыми состояниями являются интересующие нас *O*- и *G*-волны в кристалле. Эти состояния, однако, взаимосвязаны через брэгговское отражение.

Сущность проблемы понял Эвальд уже в 1917 г. Он обратил внимание на математическое сходство между динамическим брэгговским отражением и механическими колебаниями двух связанных маятников (рис. 3), где двумя чистыми состояниями являются колебания маятников *A* и *B*, связанных пружиной.

Последовательные изменения *O*- и *G*-волн модулируют интенсивность отражения, что было показано на рис. 2. Более удобно, однако, рассматривать вначале два смешанных (связанных) состояния, которые независимо друг от друга удовлетворяют уравнениям Максвелла. В задаче о дифракции их принято называть блоховскими волнами; этот термин (в честь американского физика Блоха — Bloch) заимствован из физики твердого тела, где он используется для описания электронных волн в кристаллах.

Блоховские волны возникают при падении волны на внешнюю грань кристалла (рис. 4). В дальнейшем мы будем обозначать их индексами (1) и (2). Длины этих волн в общем слегка отличаются друг от друга и не равны длинам *O*- и *G*-волн. Обе блоховские волны распространяются независимо по разным направлениям (эти направления мы подробно рассмотрим позже).

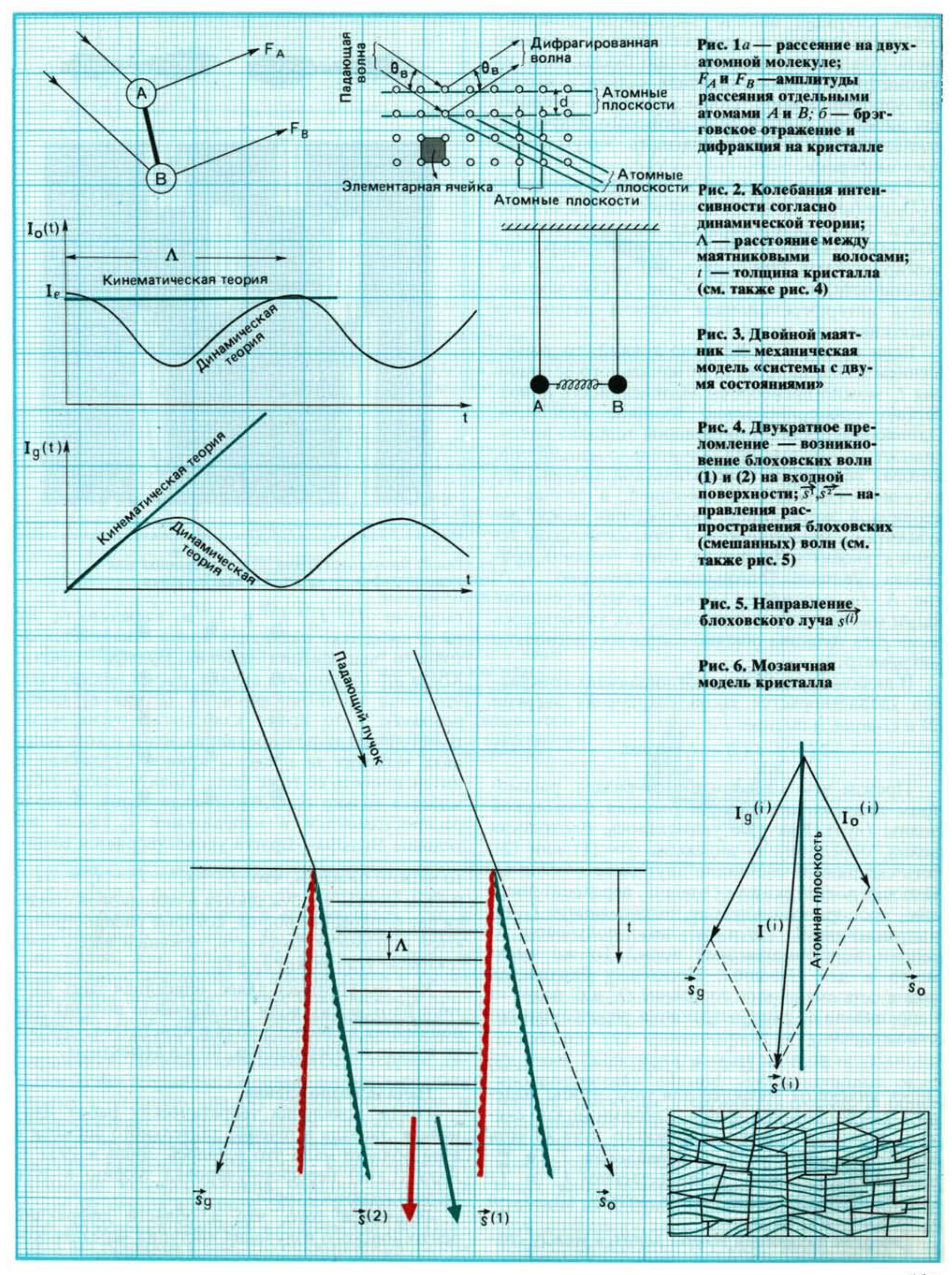


Рис. 1 *а* — рассеяние на двухатомной молекуле; F_A и F_B — амплитуды рассеяния отдельными атомами *A* и *B*; *б* — брэгговское отражение и дифракция на кристалле

Рис. 2. Колебания интенсивности согласно динамической теории; Λ — расстояние между маятниковыми волосами; *t* — толщина кристалла (см. также рис. 4)

Рис. 3. Двойной маятник — механическая модель «системы с двумя состояниями»

Рис. 4. Двукратное преломление — возникновение блоховских волн (1) и (2) на входной поверхности; $\vec{s}^1, \vec{s}^2$ — направления распространения блоховских (смешанных) волн (см. также рис. 5)

Рис. 5. Направление блоховского луча $\vec{s}^{(i)}$

Рис. 6. Мозаичная модель кристалла

Такая ситуация вполне аналогична двойному лучепреломлению в кристаллооптике видимого света (благодаря этому явлению буквы, если их рассматривать сквозь кристалл кальцита, выглядят удвоившимися). Чтобы различать ситуации для видимого света и рентгеновского излучения, последнюю мы будем называть «двукратным преломлением».

Там, где друг на друга налагаются волны (1) и (2), распределение интенсивности *O*- и *G*-волн можно интерпретировать как картину интерференции волн (1) и (2). В результате интерференции можно ожидать синусоидальной модуляции интенсивности, показанной на рис. 2. Соответствующая интерференционная картина называется «маятниковыми полосами».

Если кристалл достаточно тонкий, то уменьшением интенсивности I_0 от начального ее значения I_e можно пренебречь. Интенсивность I_g возрастает пропорционально толщине кристалла. Однако при достаточно большой толщине интенсивность I_g оказывается значительно меньше той, которая следует из кинематической теории. Это явление называется экстинкцией, а точнее — первичной экстинкцией. Расхождение между результатами динамической и кинематической теорий становится заметным, когда толщина кристалла начинает превышать примерно $1/10\Lambda$, где Λ — расстояние между интерференционными маятниковыми полосами; как указывалось выше, эта толщина обычно составляет несколько микрометров.

В любом случае для непоглощающих кристаллов удовлетворяется закон сохранения энергии *O*- и *G*-волн, а именно

$$I_o(t) + I_g(t) = I_e = \text{const}. \qquad (2)$$

Прежде чем заключить этот раздел, рассмотрим направление распространения блоховской волны (луч). Как уже указывалось, блоховская волна, определенная индексом $(i) = (1)$ или (2), есть смешанное состояние двух волн — *O* и *G*. Плоская волна, скажем *O*-волна, переносит энергию, пропорциональную ее интенсивности I_O, по направлению $\vec{s}_O$. (Этот результат получается из теории электромагнитных волн.) То же имеет место и для *G*-волны. Поскольку блоховская волна есть смешанное состояние *O*- и *G*-волн, то направление ее распространения определится соотношением

$$I^{(i)}\vec{s}^{(i)} = I_o^{(i)}\vec{s}_o^{(i)} + I_g^{(i)}\vec{s}_g^{(i)}. \qquad (3)$$

Здесь индекс *(i)* добавлен для того, чтобы выделить тип блоховской волны. Словами можно сказать, что направление блоховского луча *(i)* есть взвешенное среднее из направлений $\vec{s}_O$ и $\vec{s}_g$, причем веса равны соответственно $I_O^{(i)}$ и $I_g^{(i)}$. Геометрическое соотношение между $\vec{s}^{(i)}$, $\vec{s}_O$ и $\vec{s}_g$ показано на рис. 5.

Энергия падающей волны делится между слагаемыми $I_o^{(1)}$, $I_g^{(1)}$, $I_o^{(2)}$ и $I_g^{(2)}$ в зависимости от того, насколько падающая волна отклоняется от точного выполнения условия Вульфа—Брэгга. Когда это отклонение велико, расчет показывает, что одна из интенсивностей $I_O^{(1)}$ или $I_O^{(2)}$ почти равна I_e, в то время как другая очень мала. Вместе с тем дифрагированная волна в этих условиях выходит за пределы кривой отражения и интенсивность ее тоже мала. Практически возбуждается только одна блоховская волна, которая распространяется в направлении $\vec{s}_O$. Если же условие Вульфа—Брэгга удовлетворяется точно, то можно ожидать, что $I_o^{(1)} = I_o^{(2)} = I_g^{(1)} = I_g^{(2)} = 1/4\, I_e$. В этом случае возбуждаются в одинаковой степени две блоховские волны, которые распространяются в атомной плоскости, лежащей вдоль биссектрисы угла между $\vec{s}_O$ и $\vec{s}_g$.

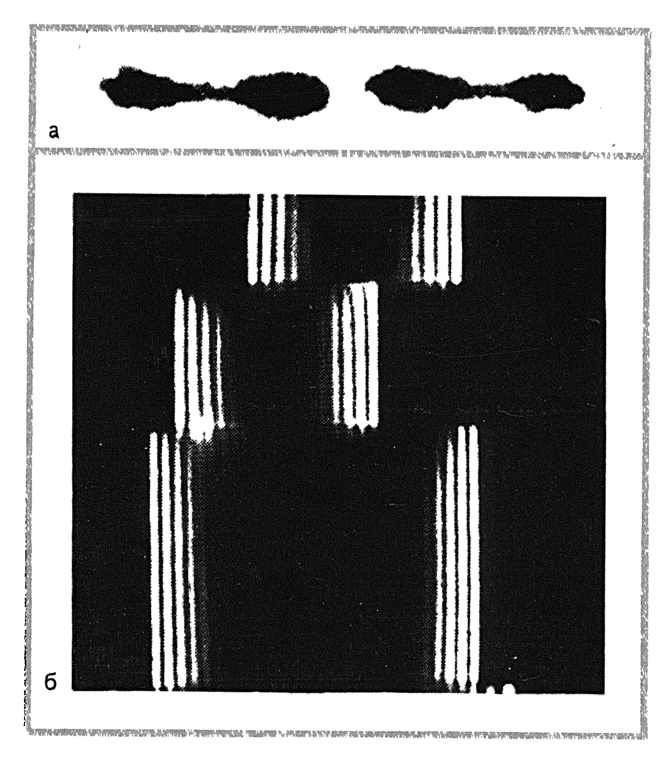


Рис. 7. Электронограмма *(а)* и электронная микрофотография *(б)* кристалла окиси магния

Как мы убедимся далее, описанная здесь картина блоховских волн чрезвычайно полезна для понимания волнового поля в кристаллах, причем не только в совершенных, но и в дефектных.

Начало возрождения

После появления теоретических работ Дарвина и Эвальда в течение длительного времени в этой области мало что делалось. Лишь в 1931 г. Лауэ (Laue) переформулировал теорию в духе оптики видимого света.

Причиной того, что в области дифракции рентгеновского излучения наступил «средневеко-

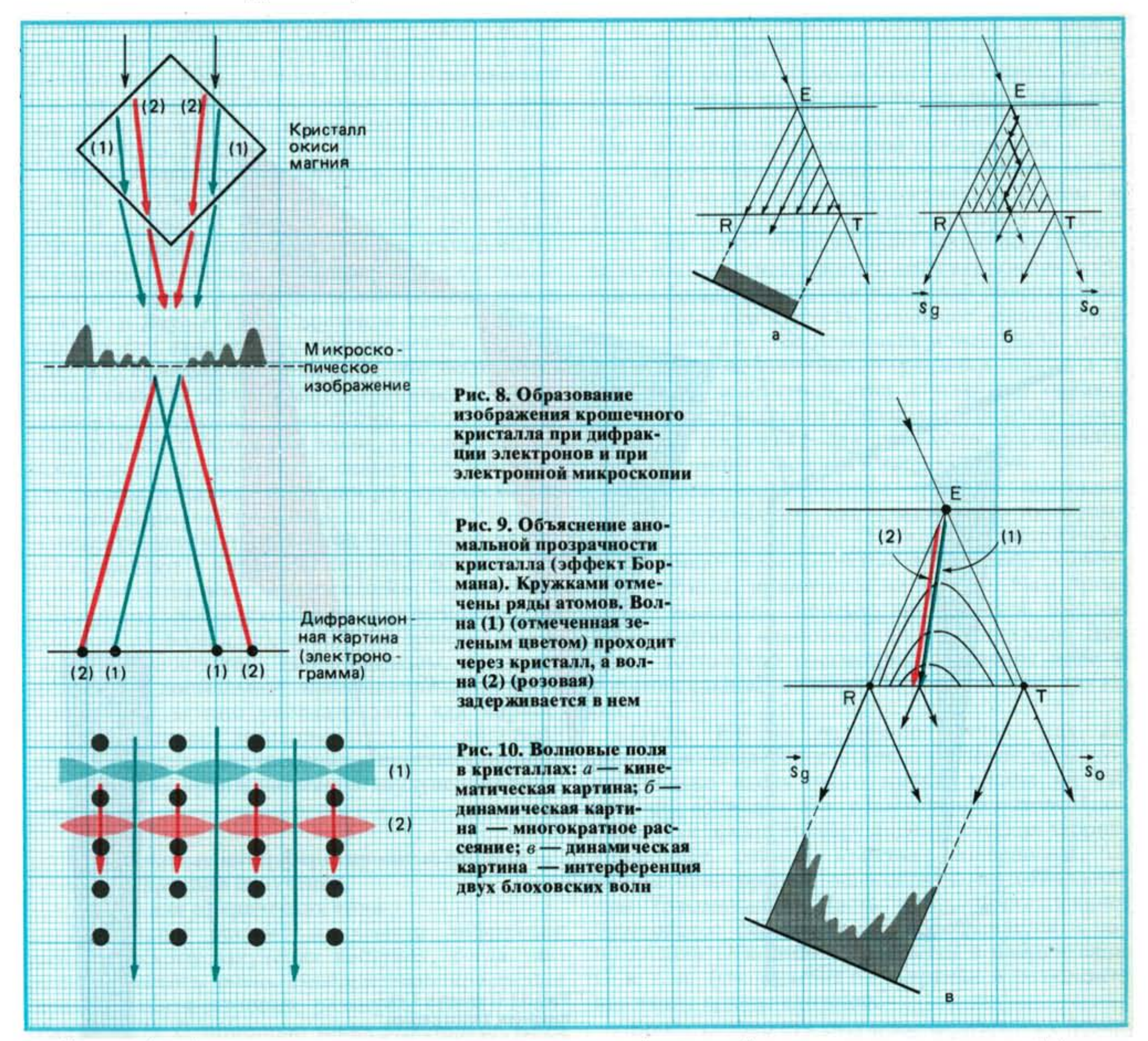


Рис. 8. Образование изображения крошечного кристалла при дифракции электронов и при электронной микроскопии

Рис. 9. Объяснение аномальной прозрачности кристалла (эффект Бормана). Кружками отмечены ряды атомов. Волна (1) (отмеченная зеленым цветом) проходит через кристалл, а волна (2) (розовая) задерживается в нем

Рис. 10. Волновые поля в кристаллах: *а* **— кинематическая картина;** *б* **— динамическая картина — многократное рассеяние;** *в* **— динамическая картина — интерференция двух блоховских волн**

вый застой», была трудность получения совершенных кристаллов как в естественных, так и искусственных условиях. За исключением таких минералов, как исландский шпат (кальцит) и кварц, лишь некоторые из многих сотен и тысяч минералов вырастают в виде совершенных кристаллов. В те времена экспериментаторы в основном изучали лишь угловую ширину кривых отражения. Подобно кинематической теории, динамическая теория также позволяет рассчитывать форму и угловую ширину кривой отражения и предсказывает, что последняя должна быть меньше нескольких угловых секунд. Однако для любого реального кристалла миллиметровых размеров угловая ширина обычно составляет более 10 секунд в лучшем случае и может достигать нескольких градусов в худшем случае. Причина заключается в том, что реальные кристаллы в той или иной степени представляют собой агрегаты крошечных кристалликов со случайно ориентированными атомными плоскостями. Широко используется «мозаичная» модель таких кристаллов (рис. 6).

Возрождение началось сперва в области дифракции электронов на кристаллах. На рис. 7 показаны две фотографии: а) дифракционная картина (электронограмма) и б) электронномикроскопический снимок монокристаллов окиси магния, имеющих кубическую форму. В общем большинство кристалликов имеют размеры менее сотни ангстрем и отличаются замечательным совершенством. Как видно из рис. 8, кристалл ведет себя подобно паре оптических призм. Поэтому на дифракционной картине можно ожидать появления двух пар пятен из-за «двукратного преломления» (Cowley, Rees, 1946) и на

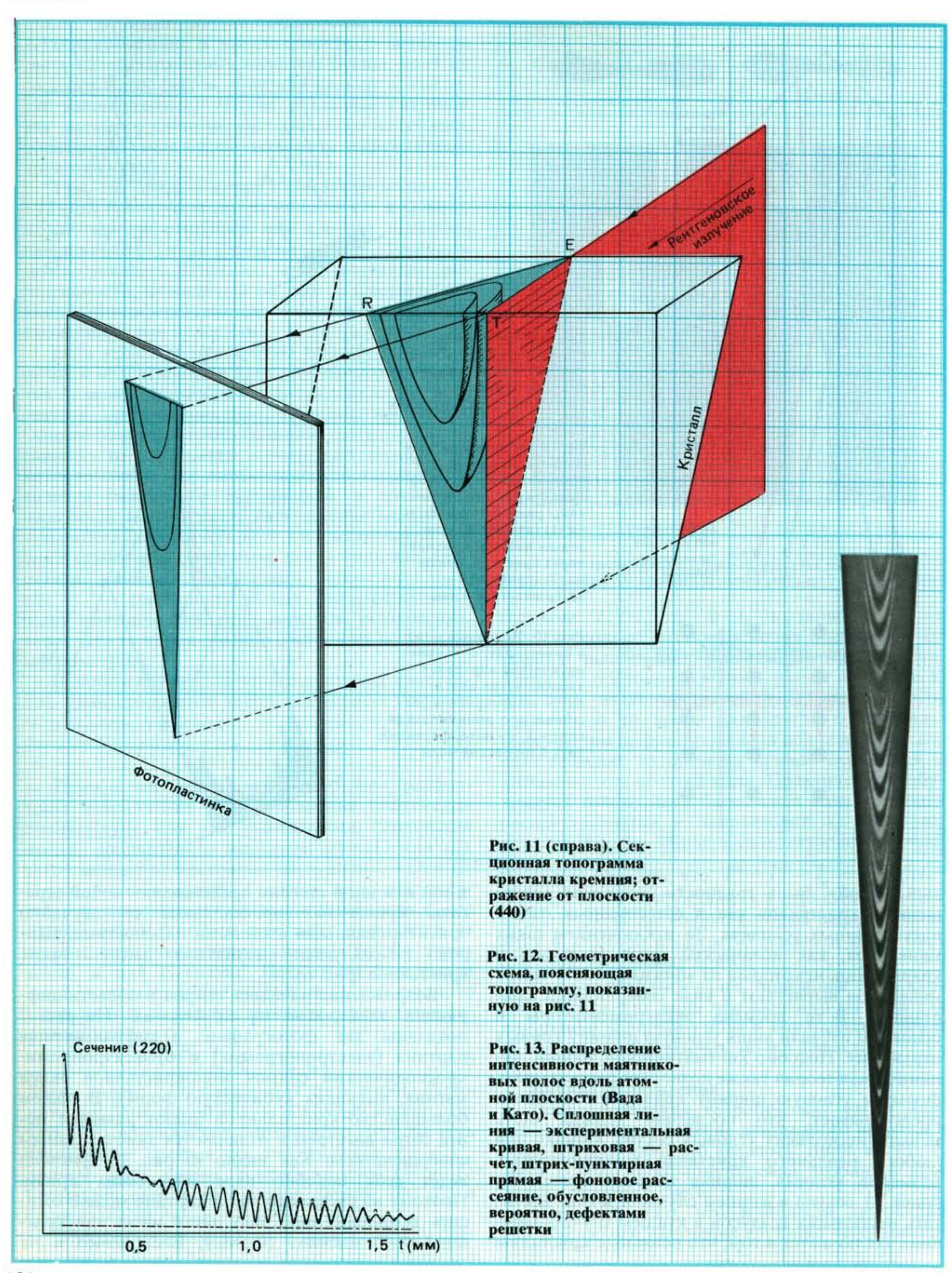


Рис. 11 (справа). Секционная топограмма кристалла кремния; отражение от плоскости (440)

Рис. 12. Геометрическая схема, поясняющая топограмму, показанную на рис. 11

Рис. 13. Распределение интенсивности маятниковых полос вдоль атомной плоскости (Вада и Като). Сплошная линия — экспериментальная кривая, штриховая — расчет, штрих-пунктирная прямая — фоновое рассеяние, обусловленное, вероятно, дефектами решетки

электронной микрофотографии — двух систем маятниковых интерференционных полос (Heidenreich, 1942; Kinder, 1943). Эти явления удалось полностью объяснить с помощью динамической теории для кристаллов клиновидной формы (Kato, 1952).

Возрождение также началось в области дифракции рентгеновского излучения, но шло уже другим путем. В 1941 г. Борман (Borrmann) обнаружил аномально высокую прозрачность совершенных кристаллов кварца для рентгеновского излучения. Затем Захариасен (Zachariasen) в 1945 г. и Лауэ в 1949 г. развили динамическую теорию для кристаллов, поглощающих излучение, и с ее помощью показали, что блоховская волна типа (1) может распространяться в совершенных кристаллах с меньшим поглощением, чем нормально падающая волна, а волна типа (2) испытывает при этом более сильное поглощение. Графическая схема, поясняющая сущность открытия Бормана, показана на рис. 9. Узловые плоскости поля интенсивности блоховской волны (1) совпадают с атомными плоскостями, так что при этом волна поглощается слабее. Вместе с тем с атомными плоскостями совпадает пучность поля блоховской волны (2), и по этой причине волна сильно поглощается. Таким образом, открытое Борманом аномальное пропускание излучения кристаллом можно рассматривать как первое, пусть косвенное, экспериментальное свидетельство в пользу существования предсказывавшегося явления «рентгеновского двулучепреломления».

Маятниковые интерференционные полосы при дифракции излучения. Теория для сферических волн

Настоящий расцвет в области дифракции рентгеновского излучения наступил, когда удалось вырастить очень совершенные кристаллы кремния сантиметровых размеров (Dash, 1956; Patel, 1957). С помощью таких кристаллов Като и Ланг (Lang) в 1959 г. смогли впервые наблюдать рентгеновские маятниковые полосы. Прежде чем объяснить их, следует описать экспериментальную технику, используемую в дифракционной топографии.

Эксперименты, подобные измерениям кривой отражения, называются «гониометрией»; в них изучается изменение интенсивности дифрагированного излучения в зависимости от угла между падающим пучком и атомной плоскостью. Другим возможным типом экспериментов является «топография»; при этом изучается распределение интенсивности дифрагированного излучения в пространстве.

Простейшим видом топографии является секционная топография. Когда падающий пучок имеет малые пространственные размеры, но все же его угловая ширина больше, чем область углов $\Delta\ \Theta_B$ брэгговского отражения, то волновое поле занимает треугольную область *ETR* (рис. 10), смысл которой будет разъяснен ниже. Распределение интенсивности на выходной поверхности *TR* проектируется на фотопластинку. Это и называется секционной топографией.

Следует также упомянуть остроумную методику эксперимента, предложенную Лангом в 1958 г. Если кристалл и фотопластинку перемещать как целое относительно падающего пучка, то можно зарегистрировать дифракционную картину с большой площади выходной поверхности. Образующуюся картину называют «поперечной топограммой»; с ее помощью можно наблюдать дефекты кристаллической решетки как бы с «птичьего полета». В этой статье мы, однако, ограничимся главным образом секционной топографией, поскольку она позволяет исследовать дифракционные явления в подробностях.

Совершенный кристалл кремния, имеющий клиновидную форму, дает секционную топограмму, показанную на рис. 11. Схема, геометрически поясняющая возникновение такой дифракционной картины, приводится на рис. 12. Нам предстоит выяснить, почему наблюдается именно такая картина волнового поля в кристалле. Для этого достаточно рассмотреть волновое поле в горизонтальном сечении кристалла (см. также рис. 10).

Пусть *ET* — падающий пучок, как на рис. 10 *а*. Если брэгговское отражение происходит только вдоль этого пучка, то мы на *TR* получим волновое поле с постоянной интенсивностью. Так предсказывает кинематическая теория. Поскольку, однако, кристалл совершенен, то нельзя пренебрегать многократными отражениями (рассеянием). Часть волн, претерпевших брэгговское отражение, распространяется в направлении *O* и снова отражается в направлении *G* и т. д. (см. рис. 10 *б*). Картина в результате выглядит крайне сложной.

Более удобно эту ситуацию описывать с помощью блоховских волн (лучей). Рентгеновское излучение, исходящее из одного атома, должно быть расходящейся волной. Маленький участок фронта такой волны, который можно приближенно рассматривать как плоскую волну, удовлетворяет условию брэгговского отражения и создает в кристалле две блоховские волны (1) и (2). В реальных условиях, однако, рентгеновское излучение, хотя оно и ограничено системой щелей, все же имеет угловую расходимость, превышающую $\Delta\ \Theta_B$ (порядка нескольких секунд). Различные участки падающей волны создают разные блоховские волны, которые распространяются по различным направлениям. Следовательно, каждая система лучей (1) и (2) охватывает область углов между s_o и s_g и образует треугольный веер (так называемую «бормановскую дельту»).

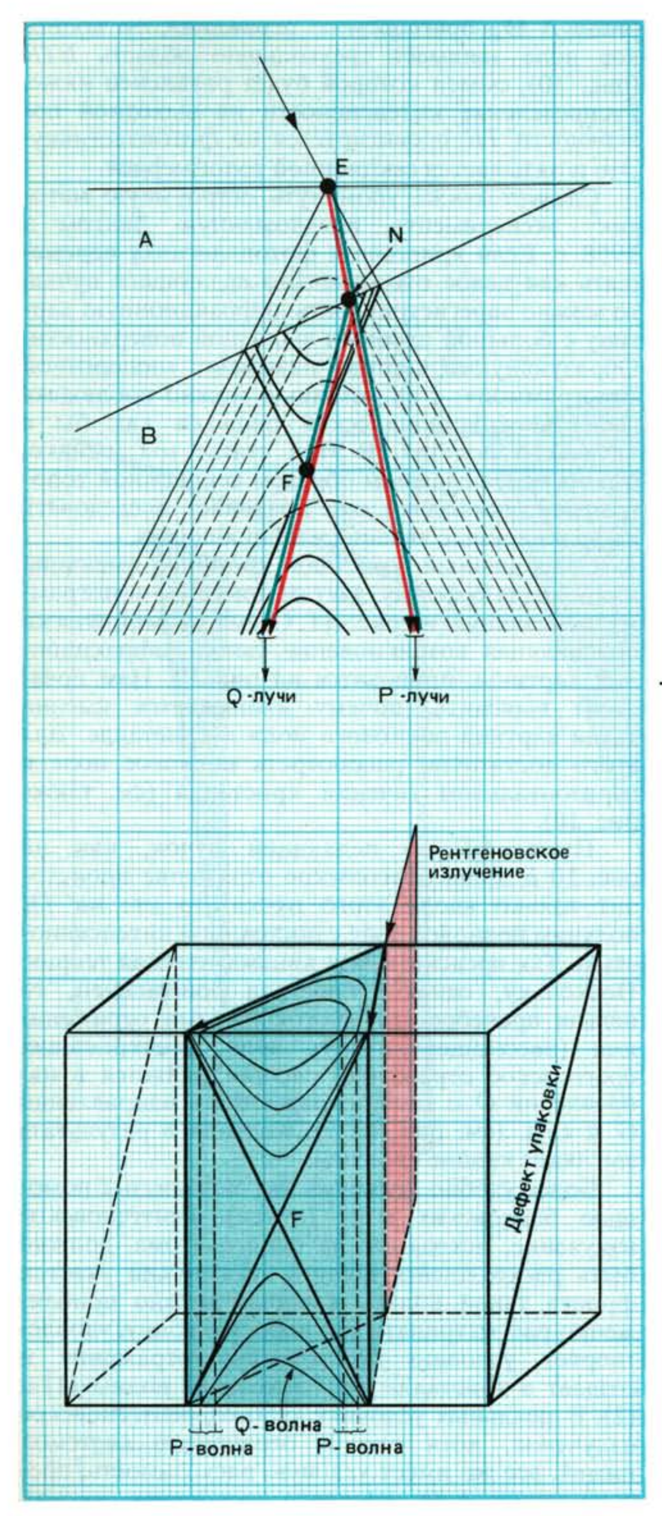


Рис. 14. Волновое поле в кристалле, имеющем единственный дефект упаковки

Рис. 15. Распределение интенсивности на выходной поверхности кристалла, содержащего дефект упаковки. Секционная топограмма представляет собой просто проекцию этого распределения на фотопластинку (см. рис. 12)

Важным обстоятельством является то, что эти волны создают интерференционные полосы. Расстояние между полосами вдоль атомной плоскости кратчайшее, поскольку здесь *O*- и *G*-волны наиболее искривлены. В другом крайнем случае, вдоль направлений $\vec{s_o}$ или $\vec{s_g}$, расстояние между полосами практически обращается в бесконечность, поскольку здесь блоховские волны (смешанные состояния) оказываются существенно плоскими волнами (чистыми состояниями), а их длины становятся равными длине падающей волны. В результате интерференционные полосы примут серповидную форму, как это видно на рис. 10 *в* и рис. 12. Расчет показывает, что в действительности эти полосы имеют форму гипербол, асимптотами к которым являются направления $\vec{s_o}$ и $\vec{s_g}$. Секционная топограмма тоже представляет собой гиперболу, а асимптоты к ней располагаются по краям топограммы.

Обратим внимание на различие маятниковых полос, наблюдаемых на электронной микрофотографии (рис. 7) и на рентгеновской топограмме (рис. 11). Первую систему полос можно истолковать с помощью теории дифракции плоских волн, принимая, что падающая волна является плоской. Для понимания происхождения рентгеновской системы полос необходимо привлечь теорию дифракции уже сферических волн, в которой падающая волна считается сферической. При этом сферическую волну можно представлять как пучок расходящихся лучей, причем для каждой части пучка имеются определенные фазовые соотношения. По этой причине те лучи (1) и (2), которые распространяются по одному и тому же направлению, могут интерферировать, несмотря на то, что они созданы различными участками падающей волны.

Таким образом, используя геометрическую оптику и принимая, что падающая волна является сферической, можно понять сущность маятниковых полос в случае рентгеновского излучения. Следует, однако, помнить, что геометрическая оптика является только приближением к волновой. Точная оптико-волновая теория была разработана автором (1960, 1968). Сравнение теоретического и экспериментального распределений интенсивности показано на рис. 13 (Wada, Kato, 1976). За исключением малого фона, согласие можно считать удовлетворительным.

Одно из применений теории дифракции сферических волн состоит в точном определении абсолютной величины структурного фактора *F* элементарной ячейки. Обычно из измерений интенсивности брэгговского отражения определяются значения модуля $|F|$. Из кинематической теории известно, что интенсивность пропорциональна $|F|^2$. В принципе возможно, хотя и нелегко, измерить интенсивность отражения с точностью выше 1% по абсолютному значению. При такой точности введение поправок на погло-

щение и экстинкцию оказывается очень трудным и громоздким делом. Тем не менее многие кристаллографы пытаются достичь такой точности, поскольку точность анализа структуры кристаллов целиком зависит от точности, с которой определены значения $|F|$.

Согласно теории дифракции сферических волн расстояние между интерференционными полосами обратно пропорционально структурному фактору $|F|$. В выражение для множителя пропорциональности входят только λ, Θ_B и фундаментальные физические константы, такие, как заряд и масса электрона, которые известны с достаточно высокой точностью. Поэтому очень заманчиво определять абсолютные значения $|F|$, просто измеряя расстояния между интерференционными полосами.

Такая работа была проведена на монокристалле кремния группой сотрудников автора настоящей статьи в 1964 и 1972 гг., а также незави́симо от них Олдредом (Aldred) и Хартом (Hart) в Англии в 1973 г. Полученные результаты приведены в таблице. Видно, что согласие между ними превосходное. Можно даже пошутить, что, хотя одни данные получены в Японии, а другие — в Англии, географический эффект на величине $|F|$ не сказывается. Используя аналогичный метод, Шалл (Shull) и его сотрудники в 1973 г. измерили амплитуду рассеяния нейтронов при их дифракции на ядрах в кристалле кремния с точностью 10^{-5}.

*Атомные факторы рассеяния для кремния**

Кристаллографическая плоскость	Данные Танемуры (Tanemura) и Като	Данные Олдреда и Харта
111	10,664	10,665
220	8,463	8,436
333	5,843	5,830
440	5,408	5,388
444	4,172	4,177

* Измеренные структурные факторы переведены в значения в расчете на один атом и называются атомными факторами рассеяния.

Следует, однако, заметить, что проведение таких измерений очень трудоемко и отнимает много времени, а метод можно использовать только для исключительно совершенных кристаллов, таких, как монокристаллы кремния. Тем не менее мы имеем прекрасный пример того, как динамическая теория способна улучшить результаты кинематической теории.

Динамическая теория дифракции на несовершенных кристаллах

Топографические исследования природных и искусственных кристаллов развивались не только благодаря чисто научному интересу к дефектам кристаллической решетки, но и вследствие необходимости определять степень совершенства кристаллов, что важно для техники. Поэтому для истолкования результатов топографии пришлось разработать динамическую теорию дифракции на кристаллах с искаженной решеткой. Ниже мы опишем основные результаты, полученные в некоторых из множества работ по этому вопросу.

Плоскостные дефекты. Прежде всего рассмотрим эту проблему на примере топографического изображения единичной плоскости с дефектом упаковки, которая делит совершенный кристалл на две части *A* и *B*. Дефект упаковки является простейшим примером плоскостного дефекта. В этом случае часть кристалла *B* несколько смещена от части кристалла *A* (рис. 14). Основной принцип состоит в том, чтобы применить расчетные методы теории совершенных кристаллов последовательно к частям *A* и *B*. И здесь снова оказывается очень удобным представление с помощью блоховских лучей.

Очевидно, что волновые поля в части *A* кристалла те же, что и в случае совершенных кристаллов. В точке *N* на дефекте упаковки возникают два блоховских луча. Каждый из них, в свою очередь, создает два луча тем же путем, как падающий пучок создает два луча на входной поверхности. В результате из точки *N* в часть *B* кристалла распространяются четыре луча. Их можно перенумеровать индексами (i, j), где первый индекс (i) описывает тип луча в кристалле *A*, а второй (j) — тип луча в кристалле *B*. Таким образом, можно записать, что в кристалле *B* появляются четыре луча (1,1), (2,2), (1,2) и (2,1). Напомним также, что лучи в кристалле *B* сохраняют «память» о кристалле *A*.

В случае дефекта упаковки геометрическая картина этих лучей очень простая. Лучи (1,1) и (2,2) распространяются по тем же направлениям, что и исходные лучи (1) и (2). Лучи (1,2) и (2,1) распространяются по одному и тому же направлению, но отличающемуся от направления исходных лучей. Далее мы будем первые два луча (с $i=j$) называть *P*- лучами, а последние два (с $i \neq j$) — *Q*-лучами. Замечательным обстоятельством является то, что Q-лучи, исходящие из каждой точки дефектной плоскости, все сходятся в одной точке *F* (см. также рис. 15).

При дифракции на кристалле под «лучом» понимается блоховская волна — смешанное состояние *Q*- и *G*- волн. Поскольку, однако, мы рассматриваем получение дифракционного изображения, нам достаточно проанализировать лишь *G*-компоненту блоховских лучей. Как мы уже видели, различные волны, распространяющиеся в одном и том же направлении, будут создавать интерференционные полосы. Таким образом, *P*-волны будут создавать систему маятниковых полос в кристалле *B*, которая явится просто продолжением системы полос в кристалле *A*.



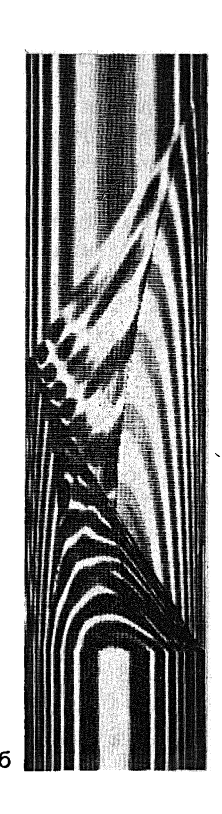
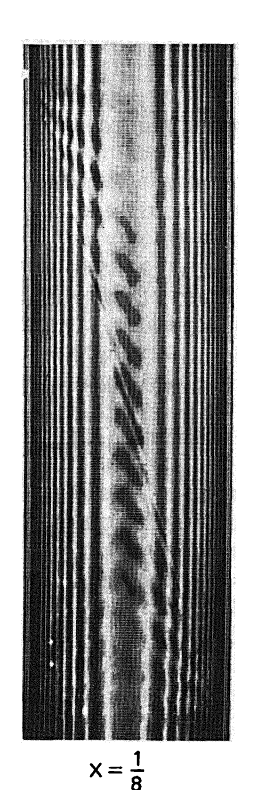


Рис. 16. *а* — **изображение двойника Дофине на секционной топограмме;** *б* — **результат машинного моделирования случая (*а*)**



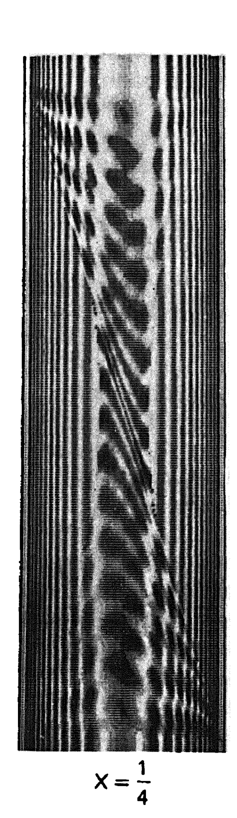


Рис. 17. Результат машинного моделирования секционных топограмм для кристалла, содержащего границу разориентировки; x — **угол разориентировки в долях угловой ширины брэгговского отражения** ($\Delta\Theta_B$)

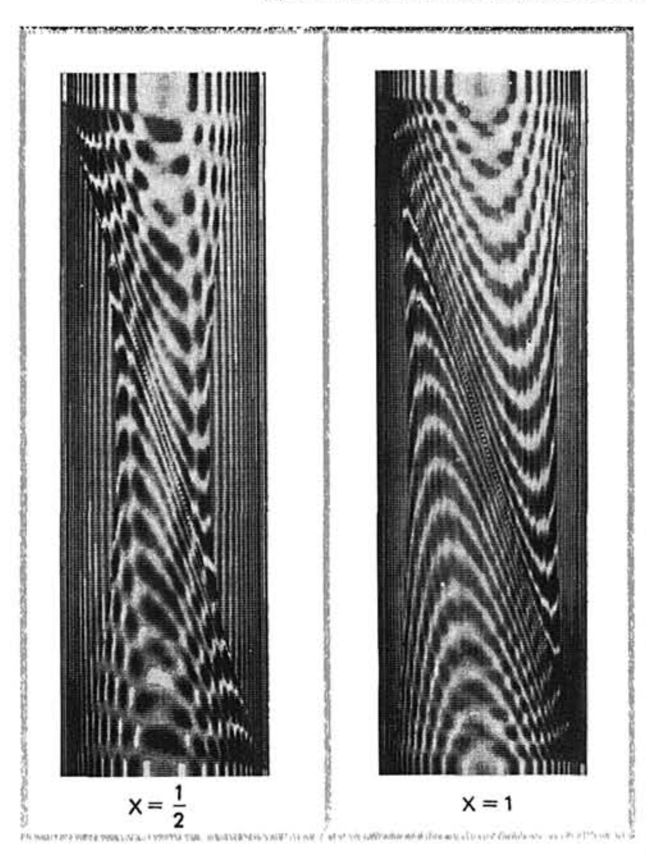
Q-волны тоже создадут систему полос, которую из-за ее формы иногда называют «полосами в форме часового стекла».

Описанную здесь теорию можно распространить и на более сложные дефекты, такие, как двойники и малоугловые границы. В частности, очень интересны двойники Дофине (Duaphiné), обычно встречающиеся в кристаллах кварца. В этом случае структурные факторы для частей *A* и *B* кристалла оказываются различными, хотя кристаллическая решетка в обеих частях кристалла одинакова. Поэтому при дифракции на обеих частях кристалла условие Вульфа—Брэгга удовлетворяется одновременно. Система лучей в этом случае сходна с той, которая имеет место в случае дефектов упаковки. Однако теперь лучи *Q*-типа, исходящие из дефектной плоскости, уже не собираются в единственном фокусе, а образуют поверхность (каустику). На рис. 16 *а* показана топограмма реального кристалла, содержащего двойник Дофине, а на рис. 16 *б* — теоретически рассчитанное Катагавой (Katagawa) и Като дифракционное изображение, смоделированное на ЭВМ.

В минералах и искусственных кристаллах очень часто встречаются также границы разориентировки. Обычно они представляют собой смежные плоскости двух маленьких блоков в кристалле, растущих по разным направлениям. Когда угол разориентировки блоков меньше, чем, например, угловая секунда, то оба блока удовлетворяют условию Вульфа—Брэгга, но с разной степенью полноты. При этом в зависимости от величины угла разориентировки должны возникать различные интерференционные картины. На рис. 17 приведены некоторые результаты машинного моделирования, проведенного Катагавой и Като.

Анализ секционных топограмм дает такие сведения о кристаллографических свойствах дефектных плоскостей, которые трудно получить с помощью других методов. Так, недавно удалось обнаружить, что двойники Дофине в природных кристаллах кварца никогда не следуют идеальному соотношению между двойниками, а сопровождаются разориентировкой на несколько десятых долей угловой секунды.

Кристаллы с непрерывными искажениями решетки. Решетка в реальных кристаллах не может быть идеально совершенной. В ней всегда в той или иной мере существуют дислокационные линии и поля деформаций. Неоднородное распределение точечных дефектов может приво-



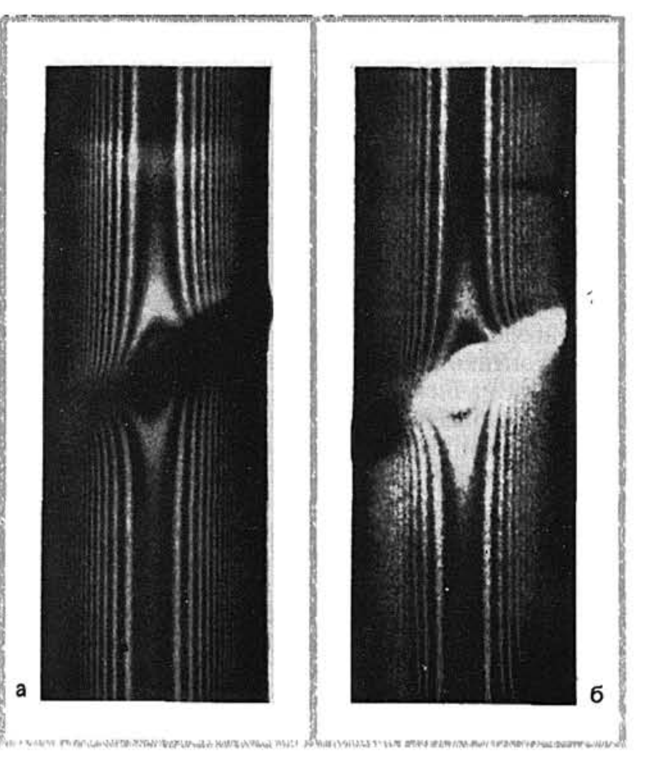


Рис. 19. Секционная топограмма кристалла кремния, частично покрытого окисной пленкой, с взаимно противоположными отражениями от одного и того же кристалла — *а* и *б*. Параллельные полосы свидетельствуют о том, что кристалл совершенен, а серповидные полосы и черно-белый контраст — об искажении решетки пленкой

Рис. 18. Траектории лучей в кристалле с искаженной решеткой

Рис. 20. Результаты машинного моделирования секционных топограмм, показанных на рис. 19 *а* и *б*. Для упрощения картины интерференционные эффекты игнорировались

дить к искажению атомных плоскостей. Здесь мы обсудим динамические дифракционные явления в кристаллах с искаженной решеткой.

Подход к проблеме удивительно сходен с тем, который используется в геометрической оптике видимого света и радиоволн. Основная идея была введена Пеннингом (Penning) и Польдером (Polder) в 1961 г., а обоснование оптико-волнового подхода и его дальнейшее развитие было сделано Като, Камбе (Kambe) и Бонзе (Bonse) в последующие годы.

Благодаря сходству между обычной геометрической оптикой и оптикой рентгеновского излучения мы начнем с видимого света. Глядя через окно со старым стеклом, мы часто замечаем, что мир за окном выглядит сильно искаженным. Это связано с тем, что пути световых лучей в стекле изгибаются из-за неоднородности показателя преломления. Всего лишь столетие назад качество листового стекла было довольно низким. К сожалению, примерно на таком же уровне находится современная технология выращивания монокристаллов, за исключением лишь монокристаллов кремния. Поэтому обычно блоховские лучи при распространении по кристаллу в большей или меньшей мере изгибаются.

Это легко понять, вспоминая свойства блоховских лучей, описывавшиеся в связи с соотношением (3). Рассмотрим блоховскую волну, которая распространяется вдоль атомной плоскости в области, где точно удовлетворяется условие Вульфа-Брэгга. Если кристаллическая решетка искажена, то луч пройдет через область, где волна уже не удовлетворяет точно этому условию. В результате луч изогнется в направлении либо к $\vec{s}_o$, либо к $\vec{s}_g$.

Для количественных расчетов нужно знать траекторию луча. В случае видимого света основное уравнение для траектории луча можно написать в нескольких эквивалентных формах. Одна из них в точности совпадает с формой ньютоновского уравнения движения. Свет ведет себя словно частица, движущаяся под действием некоей механической силы, величина которой задается пространственным градиентом показателя преломления среды. Известно, что открытие этой аналогии между частицей и светом привело со временем к возникновению квантовой механики.

Траектория блоховского луча тоже удивительно похожа на траекторию заряженной частицы. В этом случае уравнение для траектории луча имеет тот же вид, что и эйнштейновское релятивистское уравнение движения, а сила представляет собой некое электрическое поле, описываемое градиентом деформации кристалла.

Попробуем использовать эту аналогию. Показанную на рис. 18 пространственную координату z вдоль атомной плоскости будем истолковывать как временну́ю координату. Тогда чертеж будет представлять траекторию частицы (блоховской волны) в некотором пространстве — времени. Наклон луча относительно атомной плоскости при этом истолковывается как скорость $\operatorname{tg}\Theta = \frac{x}{t} = v$). Прямые $\vec{s}_o$ и $\vec{s}_g$, соответствующие максимальному отклонению лучей, получают смысл траектории частицы, движущейся со скоростью света ($t_g\Theta_B = c$). Мы уже видели, что направление блоховских лучей есть взвешенное среднее из $\vec{s}_o$ и $\vec{s}_g$ (см. уравнение (3)). В нашей механической аналогии это означает, что скорость v никогда не сможет превысить скорость света c!

Более того, эта аналогия приобретает дополнительные краски, если вспомнить, что в природе всегда существуют две частицы с равными массами — частица и античастица. Типичным примером такой пары частиц могут служить электрон и позитрон. Выше мы уже видели, что существуют два типа блоховских волн — (1) и (2). Если рассматривать луч (1) как электрон, то луч (2) будет позитроном. И в самом деле, при данном искажении решетки кристалла, или же, другими словами, в данном электрическом поле, луч (1) изгибается в одном направлении, а луч (2) — в противоположном.

Наконец, стоит заметить, что в этой аналогии величина $|F|$ пропорциональна массе покоя (при $v = 0$) гипотетической частицы. Когда значение $|F|$ мало, данное искажение решетки легко изгибает луч. Другими словами, дифракционные эффекты в случае малых значений $|F|$ более чувствительны к искажениям решетки, чем при больших $|F|$.

Используя эту аналогию в реальных задачах, надо прежде всего найти лучи путем решения лучевого уравнения, имеющего тот же вид, что и уравнение Эйнштейна. Затем вычисляются фаза и амплитуда вдоль отдельного луча. В результате получается дифракционная картина в виде распределения интенсивности G-волн. Как видно из рис. 18, в точку наблюдения P приходят два луча — (1) и (2). Таким образом, даже в случае кристаллов с искаженной решеткой мы будем наблюдать маятниковые полосы, хотя и искаженной формы, поскольку разность фаз между вол-

сто лет назад

США. Несколько недель тому назад американские журналы сообщили важную новость, подтверждение которой мы еще ожидаем По их словам, образовалась будто бы компания, имеющая целью арендовать французский Трансатлантический кабель для производства опытов телефонической передачи с одного до другого берега Атлантического океана. Проект этот, должно сознаться, грандиозен, но прежде чем приводить его в исполнение, не мешало бы, может быть рассмотреть, способна ли эта задача получить практическое решение

«Электричество», № 7, 1880 г.

нами (1) и (2) отличается от той, что имеет место в случае совершенных кристаллов.

На рис. 19 приведена секционная топограмма плоскопараллельного кристалла, выходная поверхность которого частично покрыта окисной пленкой, а на рис. 20 — результаты машинного моделирования (в пренебрежении интерференционными эффектами). Линия *BB* есть след границы пленки. Расчет хорошо воспроизводит характерный черно-белый контраст на снимке. Кроме того, теоретически предсказанные положения полос на дифракционной картине хорошо согласуются с наблюдаемыми на опыте.

Сильно искаженные кристаллы. В обычной оптике, если показатель преломления резко различается для соседних участков среды, последняя перестает быть прозрачной для света, поскольку в ней возникает сильное расслоение волн. Аналогично, при динамической дифракции блоховские лучи в сильно искаженных областях кристалла не могут сохранять свою форму. Теория для случая кристаллов с искаженной решеткой была предложена Такаги (Takagi) в 1962 г. и Топеном (Taupin) в 1964 г. К сожалению, в течение последующих лет основные уравнения Такаги — Топена не удавалось решить из-за их математической сложности. Однако недавно Катагава и Като и независимо от них Ф. Н. Чуховский добились успеха и получили полное аналитическое решение уравнений для случая постоянного градиента деформаций (например, при однородной деформации изгиба). Применение уравнений Такаги — Топена к реальным задачам все шире осуществляется путем моделирования на ЭВМ. Например, рассчитано дифракционное изображение дислокаций и подтверждено, что результаты расчета хорошо согласуются с экспериментальными наблюдениями.

Экстинкция. Опишем вкратце новейшие достижения в теории экстинкции. Как уже говорилось, дифракционная кристаллография явилась большим достижением в анализе строения кристаллов. Работы при этом велись на основе кинематической теории. Но поскольку эта теория является приближенной, мы должны учесть, что наблюдаемая интенсивность брэгговского отражения $I_{\text{набл}}$ в общем меньше предсказываемой на основе кинематической теории интенсивности $I_{\text{кин}}$, а именно:

$$I_{\text{набл}} = E \cdot I_{\text{кин}}, \quad E < 1.$$

Поправочный множитель E называется коэффициентом экстинкции. Оценка его величины для реальных кристаллов является одной из серьезных проблем при точном структурном анализе. Пока эта величина неизвестна, нельзя из эксперимента определить точные значения $I_{\text{кин}}$, а тем самым и значения $|F|$. Множитель E зависит не только от геометрии опыта, но также и от степени совершенства кристалла.

Динамическая теория, как уже упоминалось, позволяет правильно истолковывать дифракционные явления, только если кристалл почти совершенен. Тогда в принципе можно оценить и коэффициент экстинкции. Для этого производится построение волн в кристалле, и наблюдаемая интенсивность рассчитывается как квадрат их амплитуды. Следует отметить, что такой подход можно осуществить, только если заранее точно известно, какой вид имеет искажение решетки. В реальных задачах, однако, известно лишь то, что искажения решетки имеют статистическую природу.

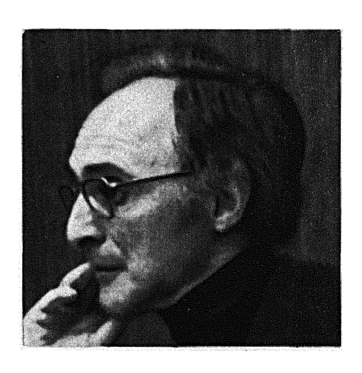
Значит, динамическую теорию следует переформулировать так, чтобы она смогла в явном виде учесть статистический характер искажений решетки. Пока что в этом направлении ничего не было сделано, за исключением работы Дарвина в 1923 г. Исходя из интуитивных соображений, он сформулировал положение об «уравновешивании» интенсивностей O- и G-волн при их распространении в кристаллах с искаженной решеткой. Теорию Дарвина обычно называют теорией вторичной экстинкции.

Совсем недавно автор настоящей статьи показал, что интуитивный подход Дарвина можно обосновать исходя из оптико-волновой точки зрения, если при этом считать кристаллическую решетку в достаточной мере искаженной. Эта работа, по существу, является лишь началом решения главной проблемы — связи между теориями первичной и вторичной экстинкции.

* * *

Открытие дифракции рентгеновского излучения на кристаллах явилось началом современной кристаллографии, на которой основываются вся физика твердого тела, структурная химия и молекулярная биология. Чтобы получить ценную информацию об атомном строении вещества, надо знать тот сложный язык, на котором дифракционная картина «рассказывает» о строении тел. Автор в настоящей статье коснулся только динамической теории дифракции, между тем как дифракционные теории в целом образуют грамматику этого языка. Эти теории, первые камни в которые были положены Лауэ, Дарвином, Эвальдом и Дебаем (Debye), находятся лишь в начале своего развития.

ЛОРЕНЦО ТОМАТИС ((Tomatis)
(р. 1929) — итальянский онколог, профессор.
Родился в Сассоферато близ Анконы.
Окончил в 1953 медицинский факультет
Туринского университета. Работал в Туринском университете, затем в Чикаго (США).
Занимался экспериментальным раком.
С 1967 возглавляет отдел химического канцерогенеза в Международном агентстве по изучению рака в Лионе (Франция).
Л. Томатисом написано около 90 научных статей.



ЛОРЕНЦО ТОМАТИС

Мутагенез и канцерогенез

Связи, существующие между мутагенезом и канцерогенезом, имеют два основных аспекта: 1 — возможность того, что одна или несколько мутаций вовлечены в процесс превращения нормальной клетки в опухолевую; 2 — возможность применения тестов на мутагенность для идентификации этиологических (причинных) факторов рака человека. Первый, следовательно, относится к механизму опухолевого превращения и принадлежит к области фундаментальных исследований. Второй связан с практическим применением так называемых краткосрочных тестов, основанных на способности какого-либо химического вещества вызывать наследственные мутации in vitro (в этих опытах могут быть использованы фаги, бактерии, дрожжи, насекомые, клетки) или in vivo, когда прибегают к опытам над лабораторными животными. Основанием для таких тестов должно было бы быть доказательство того, что одна или несколько мутаций являются обязательными и необходимыми этапами канцерогенеза, а потому ясно, что два упомянутых выше аспекта тесно связаны один с другим. Хотя неоспоримого доказательства того, что это верно, все еще не получено, накопление знаний в ходе исследования механизма этих двух процессов делает указанную гипотезу более чем привлекательной.

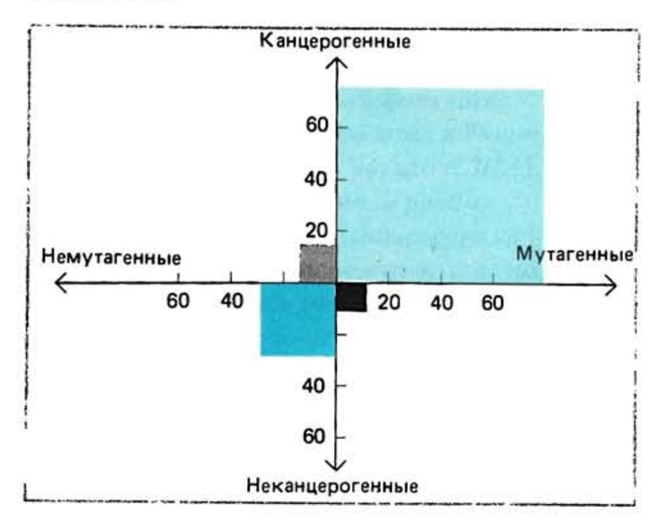
Механизмы канцерогенеза

Теперь уже достаточно прочно утвердилось мнение, что большое число химических веществ, канцерогенное действие которых было доказано как для их первоначальной формы, так и для их реактивной формы после метаболической активации, могут вызывать мутации у бактерий или у других экспериментальных моделей in vitro или in vivo. Однако на современном этапе наших познаний нельзя утверждать, что эти два общих свойства гарантируют последовательность идентичных событий при возникновении как опухолевой клетки, так и клетки, несущей любую мутацию.

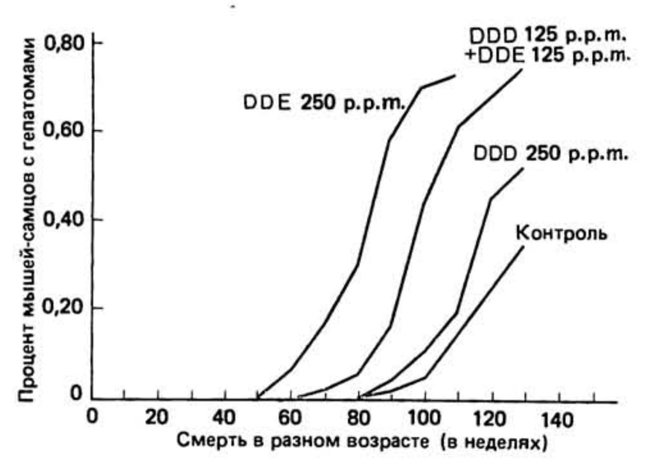
В основе возможной зависимости между мутацией и раком находится (исторически) теория, предложенная Т. Бовери (T. Boveri) в 1914 г. и затем развитая Г. Бауэром (H. Bauer), об опухолевом превращении как о мутациях соматических, а не зародышевых клеток. Последствия мутации зародышевых клеток (наследственной мутации) не отражаются на поколении, которое подверглось мутагенному изменению, и не проявляются на протяжении жизни пораженного индивидуума. В этом случае генетический вред представляет собой печальное наследие последующих поколений. Мутация, которая проявляется в клетках, не предназначенных для продолжения вида, — в соматических клетках, по определению должна проявиться на протяжении жизни пораженного индивидуума.

Теория соматической мутации в том виде, как она первоначально была сформулирована, основывалась на очень убедительном аргументе, а именно: что превращение какой-либо клетки из нормальной в опухолевую — процесс необратимый, поскольку переродившаяся клетка порождает опухолевую клеточную популяцию. Другими словами, переродившаяся клетка приобретает постоянную характеристику, которая передается ее потомкам подобно тому, как это происходит с передачей признаков от индивидуума его потомкам с помощью зародышевых клеток. Следовательно, соматические клетки на уровне отдельных органов и тканей представляют то, чем являются зародышевые клетки на уровне всего организма внутри вида.

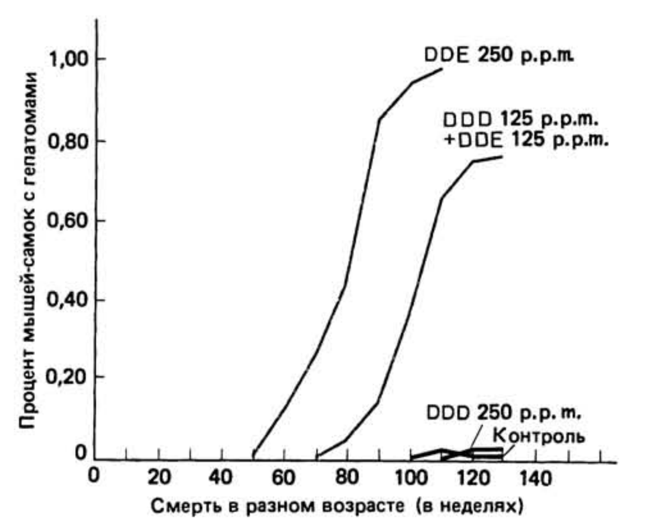
Молекулярная биология в значительной мере способствовала лучшему, хотя еще и до сих пор частичному, пониманию механизма мутации. Теперь уже всем известно, что генетическим материалом любого живого организма является дезо-



Площади квадратов разного размера иллюстрируют количественное соотношение между веществами с различными свойствами: одновременно мутагенными и канцерогенными; мутагенными, но не канцерогенными; канцерогенными, но не мутагенными; не мутагенными и не канцерогенными — в образце химических соединений (по Сигимуре *(Sigimure)* и др., 1967)



Процент смертности от гепатом у мышей-самцов, наступающей в различном возрасте в зависимости от типа и концентрации метаболита (т. е. измененной формы) канцерогена ДДТ (ДДЕ или ДДД), воздействию которого подверглось животное



Процент смертности от гепатом у мышей-самок, наступающей в различном возрасте в зависимости от типа и концентрации метаболита ДДТ, воздействию которого подверглось животное (по Л. Томатису и В. Турусову)

ксирибонуклеиновая кислота (ДНК). Предполагается, что генетический код универсален, т. е. одни и те же основания соответствуют одной и той же кислоте во всех живых системах. Именно доказательство двухспирального строения ДНК, осуществленное Дж. Уотсоном (J. D. Watson) и Ф. Г. Криком (F. H. C. Crik)*, позволило объяснить точное повторение структуры ДНК и мутаций химическим путем.

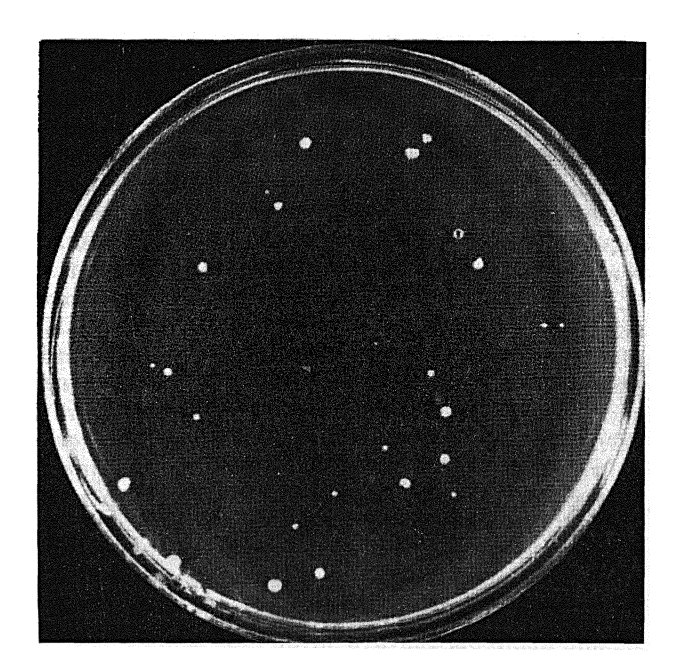
В сравнении с этими крупными успехами молекулярной биологии достижения в области исследования механизмов канцерогенеза значительно скромнее. Значительным шагом вперед явилась работа Дж. А. и Э. Миллеров (J. A. и E. Miller), доказавших, что бóльшая часть химических канцерогенов неактивна в первоначальном виде, но метаболическая активация в организме может превратить их в активные промежуточные вещества, которые в свою очередь способны взаимодействовать с компонентами клеток и вызывать опухолевые превращения. Одна из главных заслуг работы Миллеров в том, что они объяснили общий механизм воздействия веществ с очень различным химическим строением.

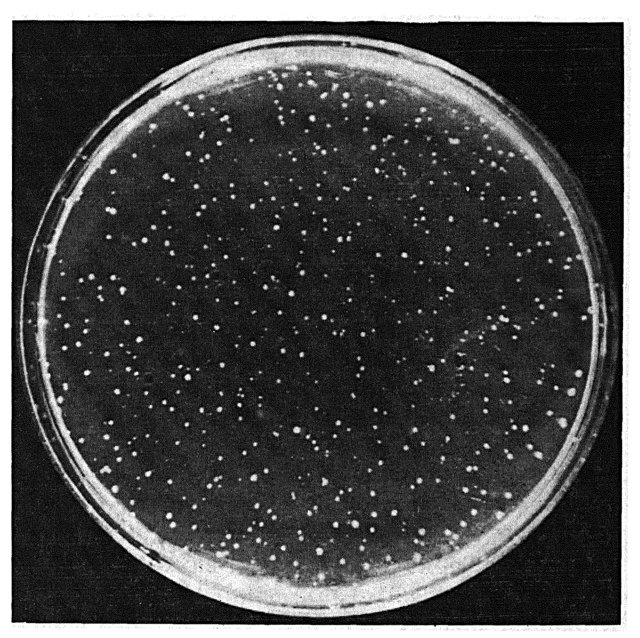
В самом деле, большая часть веществ с канцерогенным действием, однажды проникнув в организм, превращается в активные промежуточные соединения, способные взаимодействовать, в частности, с нуклеиновыми кислотами и белками. Тот факт, что эти вещества могут прочно соединяться с основаниями, составляющими ДНК, оказывается важным связующим звеном между мутагенезом и канцерогенезом.

* См. статью Ф. Крика «Химия и генетика», опубликованную в ежегоднике «Наука и человечество. 1963». — Ред.

М у т а г е н е з — процесс возникновения мутаций, т. е. внезапного и резкого наследственного изменения того или иного признака или свойства организма. Мутагенез может быть вызван искусственно воздействием факторов, вызывающих мутации, — мутагенов. В зависимости от вида мутагена различают мутагенез радиационный, химический, биологический и др.

К а н ц е р о г е н е з — процесс возникновения и развития раковой опухоли.





Анализ мутагенной активности по методу Эймса *(Ames)*. Мутации, развившиеся в культуре *Salmonella* под воздействием обработки мутагенно-канцерогенным реагентом: заметно большое число образовавшихся колоний в противоположность незначительному числу колоний, появившихся в контрольном необработанном образце (снимок слева)

Доказательство необходимости метаболической активации большей части химических канцерогенов до соединений, способных взаимодействовать с ДНК, также в значительной мере способствовало успеху тестов на мутагенность. В самом деле, тот же процесс активации, который превращает химическое вещество, называемое проканцерогеном, в конечный канцероген, превращает также химическое вещество, само по себе не мутагенное, в активное мутагенное промежуточное соединение. Посредниками в этом процессе активации обычно являются тканевые ферменты, которые главным образом, но отнюдь не исключительно, имеются в печени. Именно использование ферментных фракций печени в тестах на мутагенез позволило установить связь, теперь уже повсеместно признанную, между канцерогенным и мутагенным процессами.

И все же, хотя большая часть канцерогенных веществ являются также мутагенами, сегодня еще нельзя утверждать, что взаимодействие конечного канцерогена с ДНК отражает мутагенную природу опухолевого превращения. Уже нет сомнения в том, что ДНК-молекула мишень для мутагенеза (по крайней мере в условиях опыта), но еще не удалось окончательно определить молекулу-мишень для канцерогенеза.

Другим доводом в пользу связи между канцерогенезом и видоизменением ДНК является тот факт, что индивидуумы с недостаточной способностью к исправлению повреждений, вызванных в ДНК клеток кожи ультрафиолетовыми лучами, обладают высокой частотой заболевания раком кожи, причина которого — солнечное излучение.

Возникновение рака и первичная профилактика

Уменьшения смертности от рака можно добиться двумя способами: 1 — усовершенствованием диагностической техники и повышением эффективности лечения; 2 — снижением заболеваемости. В первом случае медицинскую помощь оказывают уже больному человеку в клинической стадии болезни или в предклинической, преследуя цель — смягчить ее последствия. Во втором случае речь идет не о самой болезни, а о причинах, которые вызывают перерождение нормальных клеток в опухолевые.

Обнаружение раковой болезни в предклинической фазе может обеспечить бóльшую эффективность терапевтического вмешательства, чем ее выявление в клинической стадии. Это как бы вторичная профилактика. А при воздействии на причины возникновения рака мы говорим о первичной профилактике.

Тот факт, что до сих пор нельзя определенно ответить на вопрос, уменьшилась ли частота заболеваний раком и смертность от рака, заставляет нас предположить, что положение с первичной профилактикой за последние десятилетия улучшилось не намного. Действительно, если нет оснований очень радоваться успехам, достигнутым в лечении рака во вторичной профилактике, то и достижения в области первичной профилактики также более чем скромны.

Возникает вопрос: удалось ли эффективно применить и использовать то, что уже известно о

причинах рака из экспериментальных и эпидемиологических исследований?*

Еще совсем недавно утверждалось, что от 75 до 90% случаев возникновения рака могут быть отнесены за счет влияния факторов окружающей среды. Можно было бы долго обсуждать эти процентные соотношения, несомненно преувеличенные, но в настоящий момент они не могут быть ни доказаны, ни отвергнуты.

Для того чтобы можно было привести в действие механизм первичной профилактики рака, необходимы три условия: 1 — чтобы рак хотя бы частично вызывался внешними факторами; 2 — чтобы эти факторы могли быть идентифицированы; 3 — чтобы, будучи идентифицированными, эти факторы могли быть устранены. Первому условию удовлетворяют заболевания злокачественными опухолями, вызванные профессиональным контактом с химическими канцерогенами; случаи, причиной которых являются некоторые медикаменты; заболевания, обусловленные курением сигарет. Для всех этих случаев выполняется и второе условие: причинные факторы могут быть (и по большей части были) идентифицированы.

Профилактика, однако, может быть осуществлена и тогда, когда конкретный химический агент, ответственный за развитие опухоли, не идентифицирован абсолютно точно (например, действующий фактор табачного дыма). В самом деле, достаточно избежать прямого контакта, чтобы устранить опасность, так как причинная связь между прямым контактом и частотой рака достаточна ясна и не нуждается в подтверждении исследованиями.

Если первые два из трех указанных выше условий могут быть выполнены, наибольшие трудности начинаются с третьим, а именно с устранением идентифицированного канцерогенного фактора. Ясно, что если доказательство экзогенного происхождения опухолей и изучение их причинных факторов являются задачей исследователей, устранение этих факторов или воздействий, т. е. осуществление первичной профилактики, зависит от других людей. Здесь в игру вступают так называемые факторы риска, для которых установлены экономические критерии, причем не всегда принимаются во внимание такие очень простые соображения, как: а — не существует выгоды, сравнимой с риском, которому подвергается индивидуум, контактирующий с канцерогеном, и б — очень редко индивидуумы, подвергшиеся риску, извлекают какую-либо пользу из воздействия, порождающего риск. На практике это последнее сочетание действительно только для некоторых больных, которым использование определенного лекарства, влекущего за собой опасность заболевания раком, приносит устранение опасности быстрой смерти от другой болезни. В преобладающем же большинстве случаев риск является уделом тех, кто подвергается воздействию канцерогенных факторов, а выгоды, как говорится, достаются обществу, практически некоторым его группам, оказывающим экономическое давление*.

Первые наблюдения связи между раком человека и определенной профессией были сделаны два века назад — это рак кожи у трубочистов, затем опухоли легких у рабочих, находившихся в контакте с ураном, и после, в 1896 г., наблюдение рака мочевого пузыря у рабочих предприятий по производству красителей. Однако только в 1915 г. впервые экспериментально были вызваны кожные опухоли у кроликов, которых смазывали каменноугольной смолой. Эту дату можно было бы считать датой рождения экспериментальной канцерологии.

В течение длительного периода (приблизительно до 1935 г.) экспериментальная онкология занималась в основном выделением и идентификацией активных начал, присутствующих в каменноугольной смоле, являющейся очень сложной смесью. Двумя другими основными этапами этого периода стали выявление канцерогенной способности некоторых азокрасителей и воспроизводство опухолей мочевого пузыря у собаки под действием ароматического амина, 2-нафтиламина.

История с 2-нафтиламином хорошо иллюстрирует разрыв, который существует между моментом установления канцерогенности вещества — экспериментально или эпидемиологически — и приведением в действие механизмов первичной профилактики. Как указывалось выше, уже в 1895 г. была отмечена повышенная частота опухолей мочевого пузыря у рабочих, подвергавшихся воздействию некоторых ароматических аминов. Это наблюдение было подтверждено в 1907 г. и затем неоднократно в последующие годы. В 1921 г. Международное бюро труда официально признало, что бензидин и 2-нафтиламин на основе эпидемиологических наблюдений следует считать ответственными за рак мочевого пузыря у человека.

Существование причинной связи между воздействием этих веществ и раком человека долгое время отрицалось на основании того, что не была

* Об экспериментальном и эпидемиологическом изучении рака, причинах его возникновения, профилактике, диагностике и лечении в нашей стране см. статью Н. Н. Блохина «Новые возможности онкологии» в ежегоднике «Наука и человечество. 1979». — Ред.

* Как видно, автор имеет здесь в виду монополии, которые в условиях капиталистического общества не заботятся должным образом об охране здоровья на производстве, а в погоне за прибылью игнорируют факторы риска заболевания, оценивая их только с экономических позиций. — Ред.

доказана их способность вызывать опухоли у подопытных животных. Результаты исследований В. К. Хюпера (W. C. Hueper), которому в 1937—1938 гг. удалось вызвать опухоли мочевого пузыря у собак, подвергнутых воздействию 2-нафтиламина, должны были бы свести на нет этот довод, который и так был несостоятелен, учитывая неопровержимые наблюдения, полученные на людях. Тем не менее только в некоторых странах контакт с бензидином и 2-нафтиламином был снижен или ликвидирован в конце 30-х или в начале 40-х годов. Убедительное исследование Р. А. М. Кейза (R. A. M. Case) и его сотрудников, проведенное в Англии в начале 50-х годов, дало дополнительное подтверждение очень высокой опасности заболевания раком мочевого пузыря у рабочих, находившихся в контакте с этими ароматическими аминами. Таким образом, первичная профилактика опухоли, частота заболевания которой достигла у некоторых групп рабочих 100%, запоздала на десятилетия (заявления Международного бюро труда, сделанного в 1921 г., было в действительности более чем достаточно).

Во второй период, который можно считать начавшимся в 1940 г., экспериментальная онкология ориентировалась в двух главных направлениях: 1 — продолжение того, что было сделано в первый период по идентификации этиологических факторов рака на основании длительных опытов, проводившихся над лабораторными животными; 2 — изучение механизмов канцерогенеза.

Здесь можно вспомнить о развитии теории двух фаз канцерогенеза, индукции и прогрессирования заболевания, доказанной на примере кожных опухолей; об установлении канцерогенного действия прямых алкилирующих веществ и метаболической активации химических канцерогенов после их проникновения в организм, о которой говорилось выше.

В долговременных тестах на животных были опробованы сотни различных химических веществ и было установлено, что они способны вызывать опухоли. В ходе программы по оценке канцерогенной опасности для человека химических веществ Международное агентство по изучению рака (МАИР) критически проанализировало данные, относящиеся примерно к 400 веществам. Для 20 веществ и пяти технологических процессов было подтверждено канцерогенное воздействие на человека. Вообще существует хорошая связь между наблюдениями над человеком и животными, поскольку большая часть канцерогенных для человека химических веществ является, как было обнаружено при соответствующих опытах, канцерогенными и для лабораторных животных — по крайней мере для одного, но гораздо чаще для различных их видов. Единственным исключением в этом плане вплоть до сегодняшнего дня являются соединения мышьяка, которые вызывают опухоли кожи или легкого у человека при рабочем контакте и (в некоторых районах мира) вследствие употребления питьевой воды с высоким содержанием мышьяка, в то время как многочисленные опыты над грызунами дали отрицательные результаты. Важно при этом отметить, что химический канцероген не обязательно вызывает опухоли в том же самом органе у человека и у подопытных животных.

По 25 веществам или технологическим процессам оценка канцерогенной опасности для человека основывается на эпидемиологических наблюдениях. Однако для шести из них — 4-амидодифенила, бис-хлорметилового эфира, диэтилстильбестрола, афлатоксина, иприта, винилхлорида — экспериментальное доказательство канцерогенности предшествовало наблюдениям над людьми, т. е. канцерогенное действие этих веществ на человека можно было бы предсказать, что позволило бы ускорить проведение профилактических мероприятий. Случай с бис- хлорметиловым эфиром несколько отличается от других, потому что экспериментальные данные о канцерогенном действии этого соединения были напечатаны в 1968 г. и предшествовали опубликованию двух эпидемиологических исследований, появившихся в 1973 г. Однако первое наблюдение, которое указывало на чрезмерную частоту опухолей легких у рабочих, контактирующих с этим веществом, было сделано еще в 1962 г., но не опубликовано.

К 25 веществам или технологическим процессам, которые были объявлены канцерогенными для человека в ходе осуществления программы МАИР, необходимо добавить: некоторые минеральные масла, гормональные противозачаточные средства, бензилхлорид, дым сигареты, орех бетеля, отдельные виды промышленной переработки. В этих видах работ наблюдалось повышение частоты рака, но активное начало не было идентифицировано.

Той же самой программой МАИР 181 вещество было признано канцерогенным для одного или нескольких видов животных. С большинством из них человек находится или может оказаться в контакте. При отсутствии эпидемиологических исследований или их недостаточности в прошлом не было сделано никакой попытки оценить на основе результатов экспериментов возможную опасность их для человека. Недавно МАИР решило по рекомендации группы международных экспертов сформулировать оценку такой возможной опасности и в отношении веществ, о которых имеются только экспериментальные данные. Однако, как мы уже видели, для некоторых канцерогенов человека экспериментальные доказательства предшествовали эпидемиологическим, и первые могли бы помочь предсказать опасность этих веществ для человека.

Важно напомнить, что за последние 16 лет имеющиеся данные по большому количеству пестицидов, гербицидов и пищевых добавок были проанализированы национальными и международными организациями, и для некоторых из них экспериментальные доказательства канцерогенности оказались достаточными, чтобы рекомендовать отказаться от их применения. Следует также напомнить, что первичная профилактика предполагает определенную долю априорной уверенности в ее полезности. Прошлый опыт целиком свидетельствует в пользу такой уверенности, а сомнение всегда было во вред человеку. Желание отложить медицинское вмешательство до тех пор, пока не будет получено доказательство апостериори, т. е. пока на человеке не проявится воздействие вредного вещества, от которого можно было бы защититься на основе экспериментальных данных, принижает роль эпидемиолога.

Следовательно, существуют неоспоримые доказательства того, что определенное количество химических веществ является канцерогенным для человека и гораздо большее число веществ, канцерогенное для подопытных животных, может представлять (в различной мере) опасность и для людей. Однако итог проведенных до настоящего времени мер по первичной профилактике, даже в отношении веществ доказанной канцерогенности для человека, разочаровывает. В самом деле, недавнее исследование законодательства, существующего в 14 промышленно развитых странах в отношении профилактики профессионального канцерогенеза, показало со всей очевидностью громадные пробелы*.

Важно еще раз сказать, что первичная профилактика, т. е. устранение причинных факторов заболевания, полностью оправдывается следующими соображениями: 1 — до сих пор несовершенное знание механизмов канцерогенеза продолжает препятствовать более рациональному и эффективному подходу к лечению болезни; 2 — программы ранней диагностики и систематических обследований, хотя они и очень важны, имели до сих пор только частичный успех и практически ограничивались раком кожи, шейки матки и в гораздо меньшей мере молочной железы; 3 — эпидемиологические и экспериментальные данные указывают на то, что крайне трудно, если не невозможно, определить уровень контакта, ниже которого не существует никакой опасности.

Однако необходимо подчеркнуть, что с помощью лишь первичной профилактики сегодня нельзя надеяться добиться исчезновения или большого снижения общей частоты случаев заболевания раком. В самом деле, неизвестны причинные факторы для большей части опухолей, которые появляются в некоторых наиболее часто поражаемых органах, таких, как предстательная железа и толстая кишка у мужчин, молочная железа, матка и толстая кишка у женщин. Этот крупный пробел в знаниях является еще одним доводом в пользу интенсификации научных исследований. И все же наши современные познания позволяют вмешиваться при ряде опухолей, вызываемых веществами, присутствующими в окружающей среде, или медикаментозными препаратами.

Роль тестов на канцерогенность и мутагенность

Количество болезней, приписываемых генетическим факторам, колеблется примерно в пределах 10% от всего числа заболеваний человека.

Известны три категории болезней, связанные с генетическими факторами. Первая определяется хромосомными мутациями. В нее входят синдром Дауна (или монголизм), синдром Клейнефельтера и синдром Турнера. Вторую составляют болезни, на первый взгляд вызываемые доминирующей генной мутацией. Такова двусторонняя ретинобластома — одна из наиболее частых опухолей в раннем детстве. Третья категория, может быть, самая обширная, а также наиболее трудно систематизируемая, представлена такими заболеваниями, как болезнь Тай-Сачс, талассемия и пигментная ксеродерма*.

Помимо этих категорий, существует большое число болезней, некоторые даже очень часто встречающиеся, причиной которых также предполагается генетическое повреждение. К ним относят диабет, гипертонию, шизофрению. В отношении таких заболеваний одно время обычно применяли термин «семейная склонность» — это известно уже давно и повсеместно. То немногое, что существует здесь нового и что могло бы быть жизненно важным, сводится к следующему. Ставится вопрос, могло ли бы возможное увеличение процента естественных, или так называемых спонтанных, мутаций, увеличение, вызванное, допустим, воздействием излучений или мутагенных химических веществ, иметь своим следствием уве-

* Из названных в статье веществ, обладающих канцерогенным действием, наиболее сильным канцерогеном является 2-нафтиламин, употребление которого в СССР запрещено. Бензидин, винилхлорид, бензилхлорид используются у нас в концентрациях или дозах, не представляющих опасности для человека, 4-амидодифенил, диэтилстильбестрол, AF-2, бис-хлорметиловый эфир в нашей стране не производятся и не применяются. Рабочий контакт с мышьяком предусмотрен лишь в допустимых концентрациях. Высокое содержание мышьяка в питьевой воде встречается на Тайване и в некоторых районах Южной Америки. Афлатоксин — вещество, выделяемое грибками при неправильном хранении пищевых продуктов в странах тропического климата. — Ред.

* Хромосомным заболеваниям посвящены статьи А. А. Прокофьевой-Бельговской «Хромосомы человека в норме и патологии» и Ж. Лежена «Хромосомные нарушения у человека», напечатанные в ежегоднике «Наука и человечество». 1965, 1966. — Ред.

личение числа болезней, связанных с генетическими факторами? До сих пор нельзя было приписать происхождение какой-либо новой мутации воздействию на человека мутагенного химического вещества. Кажется логичным думать, что такой случай возможен и вероятен, но не менее логично ожидать и того, что: 1 — он трудно доказуем и 2 — однажды получив такое доказательство, будет еще более трудным сделать что-либо, чтобы освободиться от вреда, внесенного в генетический материал.

В той же самой мере или даже в большей, чем для такой болезни, которая обычно имеет длительный инкубационный период, как рак (могут пройти десятки лет между моментом контакта с причинным фактором и клиническим проявлением опухоли), первичная профилактика кажется основным средством в деле противодействия опасности генетических повреждений. Следовательно, и поэтому возможная связь между мутагенезом и канцерогенезом приобретает огромное практическое значение. Тесты на мутагенность служат для выявления возможной мутагенной активности химических веществ окружающей среды и в настоящее время рассматриваются так же, как индикаторы возможной канцерогенной активности, на основе аналогий между двумя процессами, о чем говорилось в первой части статьи. В связи с ограниченностью наших познаний, можно, однако, только сказать, что связь между мутагенным и канцерогенным действием указанных веществ является, несмотря на аналогии, только эмпирической.

Нет сомнения, что сегодня наиболее употребительным тестом на мутагенность является тест in vitro, использующий бактерию Salmonella typhymurium и фракцию измельченной ткани печени крысы или мыши, известный под названием теста Эймса, названного по имени Брюса Эймса (B. Ames), который усовершенствовал его и первым широко использовал в опытах на бактериальных системах. Связь, которая (как только что сказано) пока будет называться эмпирической, была обнаружена примерно в 90% случаев. Это означает, что 90% канцерогенов, подвергнутых тесту Эймса, оказались мутагенными и что приблизительно в том же самом процентном соотношении неканцерогенные вещества оказались немутагенными.

Какими бы обнадеживающими ни были эти процентные соотношения, их недостатком является тот факт, что они получены на ряде отобранных химических веществ (а не веществ, взятых наудачу), в отношении которых, в частности, результаты тестов на канцерогенность были уже известны. Поэтому тесты на мутагенность до сих пор ограничивались по большей части подтверждением результатов, полученных ранее в долгосрочных тестах на канцерогенность, применяемых в опытах на животных. Пока существует единственный пример вещества, в отношении которого явно положительный тест на мутагенность убедил исследователей продолжить тесты на канцерогенность, несмотря на то, что эти последние в начальной фразе дали отрицательный результат. И наконец, наиболее строгие тесты доказали, что это вещество, известное под маркой AF-2 (его химическое название — 2-(2-фурил)-3-(5-нитро-2-фурил) акриламид; речь идет о пищевой добавке, которая широко использовалась в Японии), явно канцерогенно.

Хотя этот пример не останется, по-видимому, единственным, в настоящий момент есть только одно убедительное экспериментальное доказательство канцерогенности вещества. Это доказательство получено из долгосрочных тестов на лабораторных животных, тестов, которые основываются на введении исследуемого вещества обычно в повышенных дозах с целью достичь статистически убедительного результата на таком количестве животных, которое неизбежно ограничено. Одним из основных доводов против подобного теста, не считая значительных затрат, продолжительности этих опытов и отсутствия условий для исследования бóльшей части имеющихся в окружающей среде химических веществ, является то, что наблюдаемый канцерогенный эффект вызывается гораздо более высокими дозами, чем те, в контакте с которыми находится человек.

Часто забывают, что основная задача этих тестов — выяснить, обладает ли вещество способностью вызывать опухоли, и что поэтому речь идет главным образом о качественном доказательстве. Из сказанного выше со всей ясностью следует, что качественная связь между канцерогенностью вещества у подопытных животных и у человека была полностью доказана. Количественная же связь между наблюдавшимися экспериментально результатами и реальным значением опасности для человека возможна только в редких случаях. Нельзя недооценивать также того факта, что человек никогда не контактирует только с одним веществом, обладающим возможным канцерогенным действием. К тому же воздействия различных веществ, содержащихся в окружающей среде, даже при незначительных контактах могут суммироваться.

Усовершенствование тестов на мутагенность, которое подтвердило бы связь, хотя бы только эмпирическую, между мутагенным и канцерогенным эффектами in vivo, было бы поэтому крайне полезным. Современные исследования направлены как на достижение этой важной практической цели, так и на заполнение пробелов в уяснении механизмов канцерогенеза и мутагенеза.

В. РЕМЕК

«Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28»: полет и научные исследования

М. ГЕРМАШЕВСКИЙ

«Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-30»: наблюдения и эксперименты

З. ЙЕН

«Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31»: впечатления, переживания, эксперименты

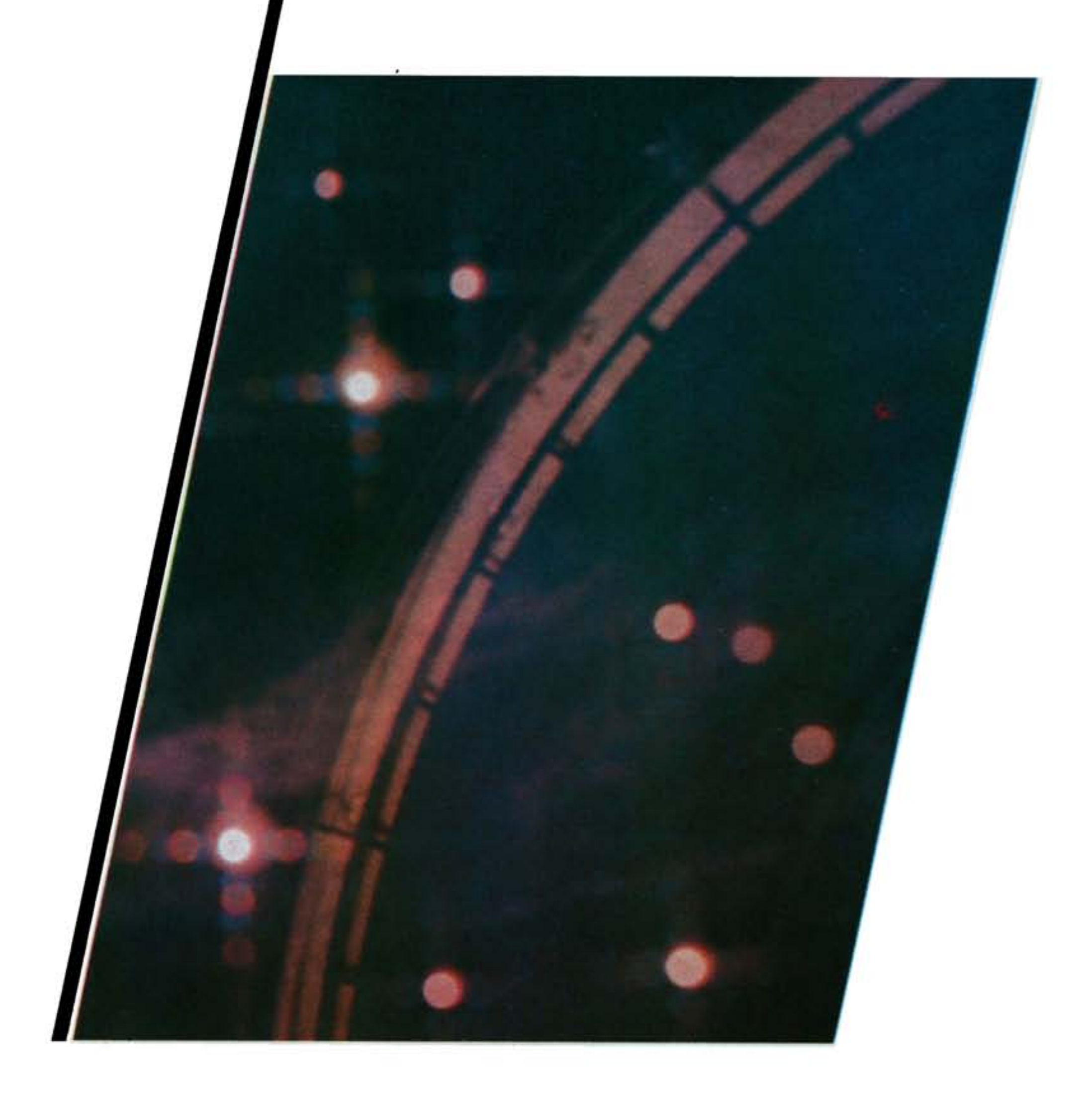
Г. А. ГУРЗАДЯН

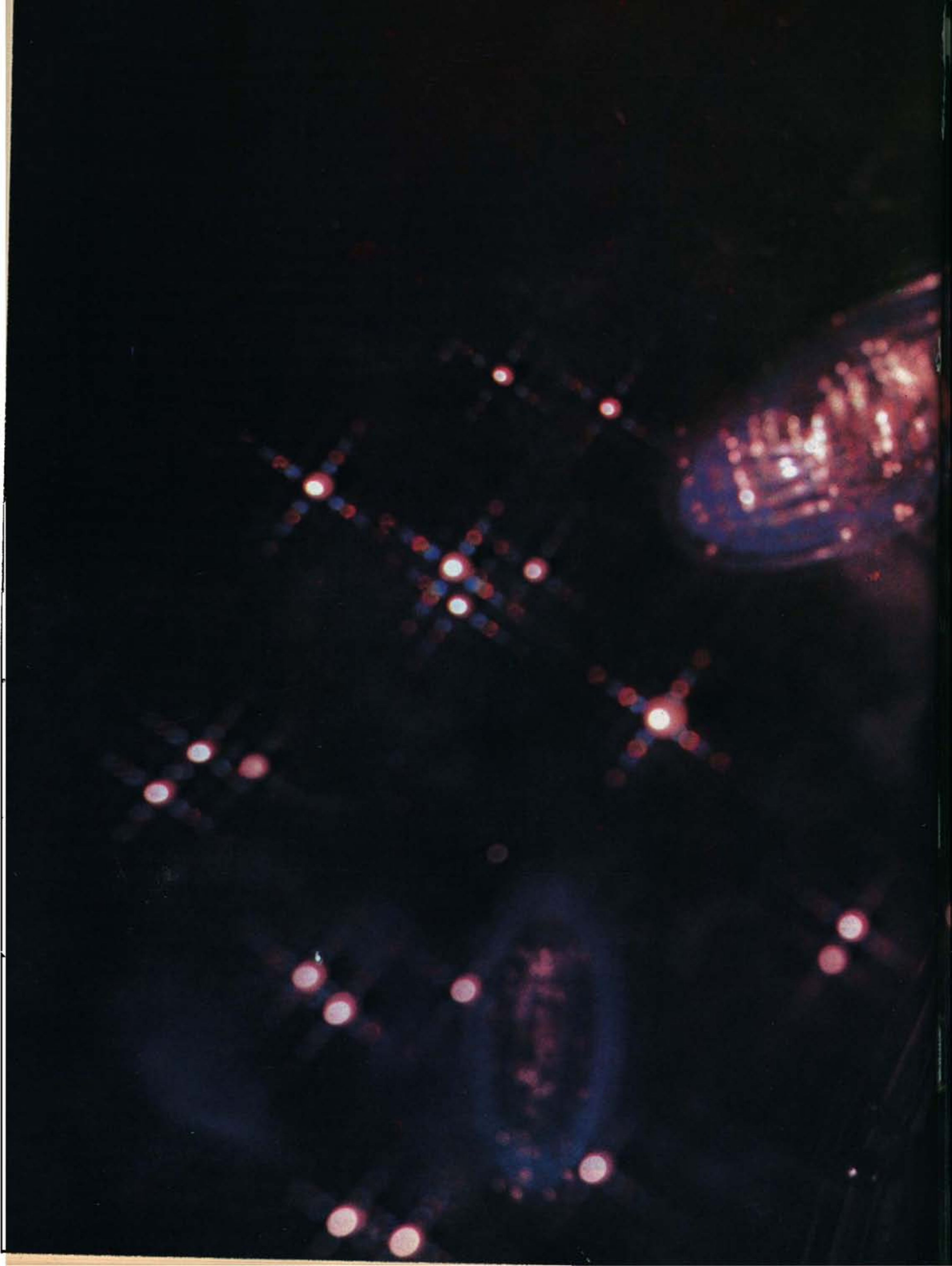
На орбите ультрафиолетовые обсерватории

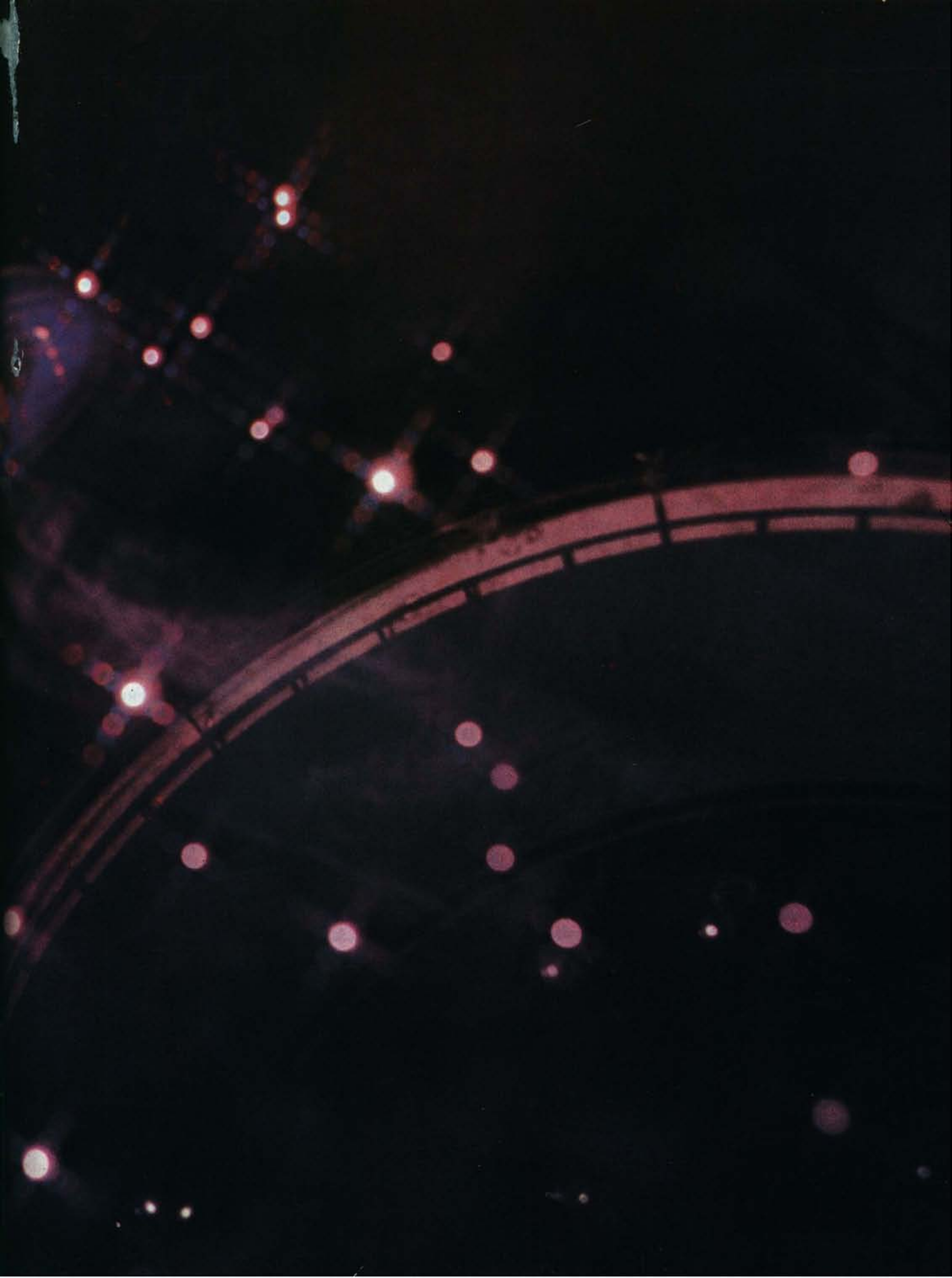
ВСЕЛЕННАЯ

...НАШИ
ЗНАНИЯ
НИКОГДА
НЕ
МОГУТ
ИМЕТЬ
КОНЦА
ИМЕННО
ПОТОМУ,
ЧТО
ПРЕДМЕТ
ПОЗНАНИЯ
БЕСКОНЕЧЕН.

Паскаль







ВЛАДИМИР РЕМЕК (Remek)
(р. 1948) — космонавт-исследователь, летчик-космонавт ЧССР, Герой ЧССР, Герой Советского Союза.
Родился в г. Ческе-Будеевице. Закончил школу и получил аттестат зрелости в 1966. Затем был принят в Высшее авиационное училище в г. Кошице, после окончания которого служил в авиационной части Чехословацкой народной армии.
В 1972 был послан на учебу в Военно-воздушную академию им. Ю. А. Гагарина в СССР, по окончании которой вернулся в свою авиационную часть.
В 1976 стал кандидатом в космонавты и с декабря этого года приступил к тренировкам в Центре подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина. Прошел полный курс обучения по программе пилотируемого космического корабля «Союз» и орбитальной научной станции «Салют».
2 марта 1978 В. Ремек в качестве космонавта-исследователя стартовал на корабле «Союз-28» с командиром Героем Советского Союза летчиком-космонавтом СССР А. А. Губаревым и стал участником первого космического полета международного экипажа по программе «Интеркосмос».
После возвращения из космоса капитану Владимиру Ремеку были присвоены звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда», почетное звание Героя ЧССР и почетное звание «Летчик-космонавт ЧССР».



ВЛАДИМИР РЕМЕК

«Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28»: полет и научные исследования

Мы давно уже воспринимаем космические полеты как неотъемлемую часть сегодняшней действительности и осознаем их огромное значение. Мне хотелось бы рассказать о некоторых специфических аспектах того полета, в котором я участвовал в качестве космонавта-исследователя рядом с опытным советским космонавтом Алексеем Губаревым на борту космического корабля «Союз-28» и орбитальной станции «Салют-6». Этот полет не только стал еще одним свидетельством высочайшего уровня развития советской космической техники, но также впервые в истории открыл доступ в космическое пространство представителю иного государства, нежели Советский Союз или Соединенные Штаты Америки.

Область космических исследований, представляющих собой одну из основных линий научно-технической революции, постоянно и быстро расширяется. Возникают новые направления исследований, открываются новые перспективы научных и практических приложений. Решение новых задач в области космических исследований требует комплексного подхода и объединения усилий ряда стран. Высокие затраты на развитие ракетных средств доставки космических аппаратов и на исследовательскую аппаратуру для работы в космическом пространстве, а также требование экономической рентабельности существующей технической и производственной базы, не говоря уже о больших объемах накопленных научных данных, закономерным образом приводят к необходимости кооперации в области исследований космического пространства.

Социалистические страны уже в 1957 г. первыми откликнулись на призыв Советского правительства, провозглашенный с трибуны ООН, о сотрудничестве в области исследования и использования космического пространства в мирных целях. Они совместно организовали визуальные, фотографические и фотометрические наблюдения первых советских искусственных спутников Земли (ИСЗ). Постепенно была разработана программа координированных действий, направленных на изучение верхних слоев атмосферы, гравитационного поля Земли, геомагнитных явлений, а также прогнозирования околоземных орбит искусственных тел на наземных станциях слежения, оборудованных автоматическими приборами*.

По инициативе Советского Союза в 1967 г. девять социалистических стран, в том числе Чехословакия, объединились для выполнения совместной исследовательской программы «Интеркосмос»**, охватывающей такие области, как космическая физика, космическая биология и медицина, метеорология, дальняя связь и дистанционное исследование поверхности Земли. Советский Союз предоставляет для исследовательских целей наиболее сложное и дорогостоящее техническое оборудование, в том числе ракеты-носители, наземные базы, искусственные космические объекты. Государства-участники через свои научные организации разрабатывают научные программы и поставляют необходимые приборы и оборудование. Осуществление программы «Интеркосмос» стало примером эффективной интеграции научных исследований. С конца 1969 г. до начала 1979 г. было запущено 18 искусственных

* О работах, ведущихся учеными социалистических стран в этих научных областях, см. статьи Л. Сехнала (ЧССР) «Наука и человечество. 1974»), И. Алмара (ВНР) («Наука и человечество. 1975») и А. Хорвата (ВНР) («Наука и человечество. 1979»). — Ред.

** Подробнее о программе «Интеркосмос» см. статью председателя Совета «Интеркосмос» академика Б. Н. Петрова в ежегоднике «Наука и человечество. 1979». — Ред.



В Кремле

Международный экипаж космического корабля «Союз-28» А. Губарев (СССР) и В. Ремек (ЧССР)

спутников «Интеркосмос», 7 высотных исследовательских ракет «Вертикаль» и десятки метеорологических ракет. Кроме того, на целом ряде советских космических аппаратов были установлены приборы, сконструированные и изготовленные в отдельных странах—участницах программы «Интеркосмос».

Чехословацкая Социалистическая Республика сотрудничает во всех упомянутых областях программы «Интеркосмос». Наиболее крупные достижения этой программы относятся к изучению высоких слоев атмосферы и магнитосферы, рентгеновского излучения Солнца, исследованиям межпланетного вещества, Луны и планет, а также к наблюдениям ИСЗ для целей геодезии и геофизики. Получены новые данные о распространении радиоволн в земной атмосфере и о свойствах ионосферных слоев. Совершенно новым методом были изучены аэрозольные слои в верхней атмосфере, измерены плотность и энергия частиц метеоритной пыли. Научно-исследовательские институты разработали специальные приборы для изучения рентгеновского излучения, возникающего в ходе активных процессов на Солнце. Удалось уточнить некоторые основные представления о механизме физических процессов на Солнце. Получены ценные сведения о корпускулярной структуре и временных вариациях космического излучения. Заслуживает внимания проведенный оригинальными методами анализ образцов лунных пород, доставленных на Землю космическими станциями «Луна-16» и «Луна-20».

Широко развернулись работы по лазерной локации искусственных спутников Земли. Кроме того, чехословацкие локаторы, разработанные специально для зондирования верхних слоев земной атмосферы, работают на ряде станций наблюдения. Чехословакия участвует также в создании единой телеметрической системы, поставляя для этой цели специальные радиопередающие устройства и разрабатывая методику измерений на борту ИСЗ.

В области космической биологии и медицины наши научно-исследовательские учреждения включились в изучение изменений, происходящих в живых организмах при длительных космических полетах под влиянием невесомости. Успешно завершились эксперименты, посвященные исследованию излучения тепла живым организмом в условиях невесомости и обнаружению этого излучения с помощью специально сконструированного кататермометра.

В области космической метеорологии Чехо-

словакия принимает участие в наблюдениях метеорологических явлений и образований с целью разработки методики прогнозирования погоды.

Что касается космической связи, то, как известно, социалистические государства договорились о создании специальной организации «Интерспутник». Система, использующая советские спутники связи «Молния», призвана удовлетворить потребности социалистических стран в телефонной и телеграфной связи, а также осуществлять обмен радио- и телевизионными программами. В рамках реализации этой системы в ЧССР вступила в строй наземная телекоммуникационная станция, ведется ряд исследовательских работ по подготовке технической базы для дальней космической связи.

В области дистанционного зондирования земной поверхности из космоса изучаются возможности повышения эффективности геологических и геофизических изысканий, контроля загрязнений атмосферы и земной поверхности, а также исследований географического пространства. Чехословацкая географическая лаборатория участвует в обработке результатов крупного эксперимента, проведенного по инициативе ГДР*.

В 1976 г. сотрудничество по программе «Интеркосмос» вступило в качественно новый этап. Он знаменовался, с одной стороны, запуском ИСЗ, принадлежащих уже второму поколению спутников «Интеркосмос», с другой — принятием предложения СССР об участии государств-участников программы «Интеркосмос» через своих представителей в пилотируемых полетах на советских космических кораблях и станциях.

Первая группа кандидатов, в которую входил и я, начала занятия в Центре подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина уже в декабре 1976 г. В результате напряженных теоретических и практических занятий были подготовлены кандидаты для первого международного космического полета. После сдачи государственных экзаменов решением государственной комиссии был определен состав основного и дублирующего экипажей. Программа полета предусматривала выведение корабля на околоземную орбиту, сближение и стыковку с орбитальным исследовательским комплексом «Салют-6» — «Союз-27», проведение научно-исследовательских экспериментов на его борту, затем отделение космического корабля и приземление в заданном районе СССР.

«Союз-28», на котором командиром корабля был полковник А. Губарев, а я работал в качестве космонавта-исследователя, стартовал с космодрома Байконур 2 марта 1978 г. в 18 часов 28 минут по московскому времени. После выведения корабля на околоземную орбиту были проведены две двухимпульсные коррекции траектории, целью которых было сближение, а затем и стыковка с орбитальной станцией. На ней уже работал экипаж в составе Ю. Романенко и Г. Гречко, который к тому времени уже был близок к тому, чтобы превзойти мировой рекорд пребывания в космосе, равный 84 суткам 1 часу и 16 минутам. Стыковка обоих объектов была осуществлена в автоматическом режиме 3 марта в 20 часов 10 минут. Начиная с этого момента наш экипаж выполнял задания каждодневной программы совместно с экипажем станции «Салют-6». Программа полета была полностью выполнена. 10 марта корабль отстыковался от орбитального комплекса, и экипаж космического корабля «Союз-28» начал операции по подготовке к приземлению. В тот же день экипаж совершил посадку на территории Советского Союза.

Я хотел бы кратко сказать об особенностях этого полета. Важнейшая из них — международный состав экипажа. Общеизвестно, что сложные ситуации, возникающие в космическом полете, требуют, можно сказать, идеальной согласованности действий членов экипажа. Эта согласованность обеспечивается не только предварительной тренировкой скоординированности всех необходимых, а также предполагаемых и возможных действий, но и большой психологической близостью участников полета. Очень важно внимательно отнестись к предполагаемому влиянию состояния невесомости и других факторов космического полета на состояние его участников, на их психологию с учетом различий в человеческих характерах. При формировании международных экипажей обязательно должны учитываться также психологические различия представителей разных стран, обусловленные историческими и национальными традициями.

Для достижения оптимальной коммуникации необходимо еще преодолеть языковой барьер. Я полагаю, что наш полет был экспериментом и в этом направлении. Языком, на котором мы объяснялись, был русский: в нашем случае общение облегчалось благодаря тому, что чешский и русский языки — оба славянские, и они обнаруживают значительное сходство. За время четырехлетнего обучения в Военно-воздушной академии в СССР я приобрел определенные языковые знания, это ускорило подготовку, так как отпала необходимость организовывать специальное изучение языка. В период пребывания в Центре подготовки космонавтов я усовершенствовал свои познания в русском языке до такой степени, что мог объясняться без всяких трудностей. Практически никакой сложности не представляли и специальные выражения — профессиональная терминология и сокращения, которые испо-

* О полете космического корабля «Союз-22» и об исследованиях, проведенных на его борту с помощью фотокамеры МКФ-6, см. «Летопись науки» в ежегоднике «Наука и человечество. 1978» (с. 323—325). — Ред.



Подготовка к полету

льзуют члены экипажа при общении между собой и с Центром управления полетом.

В процессе подготовки к полету мы с моим командиром Алексеем Губаревым проводили вместе, в напряженной работе, почти весь день и даже часть ночи; мы очень тесно сблизились с ним — не только как коллеги, но и просто по-человечески. Практически я стал еще одним членом его семьи. Мы хорошо узнали друг друга и летели с уверенностью, что каждый из нас может во всем положиться на другого. Разумеется, это облегчало общение и позволило нам дойти в нем до такого совершенства, что подчас для полного взаимопонимания было достаточно всего лишь обрывка фразы, части слова, междометия или жеста. Что касается наших квалификаций, то мой командир, как и я, был летчиком, но в отличие от меня сравнительно недавно совершившим тридцатидневный полет на космической станции «Салют-4». Объединение в одном экипаже опытного космонавта и новичка — очевидное правило для международных космических полетов — я считаю чрезвычайно удобным, особенно для новичка.

Я не хочу подробно характеризовать наши ощущения и описывать действия на орбите. Им были присущи все те обычные черты, о которых уже много говорилось. Я упомяну лишь о некоторых индивидуальных впечатлениях.

Перегрузки во время старта и при возвращении я перенес без проблем. Они были примерно вдвое меньше тех, которым подвергается — разумеется, в течение меньших отрезков времени — пилот сверхзвуковых реактивных самолетов. Более серьезное испытание — невесомость. Насколько мне известно, космонавты реагируют на нее неодинаково, однако мало кто привыкает к этому состоянию без трудностей, хотя бы и кратковременных. Кроме обычного прилива крови к голове и равномерного отека различных частей лица у меня после нескольких часов полета начались специфические ощущения, связанные с притоком крови к голове и раздражением вестибулярного аппарата (похожие ощущения бывают при насморке или переохлаждении), а также ощущение «тяжелой головы», особенно при движениях. У меня изменился голос, и мне стало казаться, что я повернут на 90° назад; появилась тошнота и позывы к рвоте. Эти ощущения проходили лишь постепенно и полностью исчезли только через три дня полета. После приземления я, наоборот, в течение нескольких часов должен был адаптироваться к земным условиям. В известной степени было трудно держать равнове-



Старт космического корабля

Прием пищи на борту космического комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28»

сие, появилась некоторая дряблость мускулатуры (прежде всего нижних конечностей) и частично отсутствовала координация движений. Однако состояние моего здоровья, так же как и состояние здоровья всего экипажа станции, во время полета было отличным. Как показали измерения, на пятый день я имел частоту пульса 58 ударов в минуту и кровяное давление — 135 на 55 мм ртутного столба.

Дружно и по-товарищески выполняли мы на борту космической станции научно-исследовательскую программу, являвшуюся одной из наших главных задач. Эта программа состояла из ряда экспериментов, в большинстве своем подготовленных чехословацкими научно-исследовательскими институтами в содружестве с советскими исследовательскими учреждениями.

Цель эксперимента «Хлорелла» — выявление влияния невесомости на рост популяции одноклеточных зеленых водорослей. Специальные приборы позволили начать выращивание клеточных культур уже после достижения состояния невесомости. Популяции клеток водорослей, предназначенные для выращивания культур, были запаяны в ампулах и доставлены на орбиту в состоянии покоя, когда рост отсутствовал. После того как ампулы были разбиты, клетки водорослей попали в питательный раствор и начали расти. Одновременно в наземной лаборатории были привиты аналогичные культуры в условиях, необходимых для роста водорослей, но здесь уже на него воздействовала гравитация. За семь дней число клеток удвоилось примерно в шесть раз, то есть общее число клеток возросло приблизительно в 60 раз. Полученные к настоящему времени оценки результатов эксперимента показывают, что состояние невесомости никак не влияет на скорость роста популяции водорослей. Далее, влиянию невесомости были подвергнуты также нерастущие клетки водорослей. Принципиальных различий между свойствами популяций, выращенных из этих клеток и из тех, которые сохранялись во время полета в состоянии покоя на Земле, также обнаружено не было.

Экспериментом «Морава» чехословацкие ученые условно назвали целый ряд экспериментов, которые были направлены на изучение закономерностей, связанных с затвердеванием кристаллических и стекловидных материалов и с выращиванием кристаллов из жидкой фазы в условиях микрогравитации.

В случае кристаллических материалов, которые были исследованы на борту космического комплекса, мы использовали эвтектическую



Генеральный секретарь ЦК КПЧ, Президент ЧССР Г. Гусак вручает награды участникам полета

смесь двух веществ с избытком одного из них. Застывание расплава протекает в два этапа: кристаллизация избыточного компонента и застывание оставшейся эвтектики. Для этого эксперимента выбрали анизотропные материалы, чтобы влияние направленного застывания было более отчетливым. Были использованы следующие вещества: $PbCl_2$, растворенный в эвтектике $PbCl_2$—$CuCl$ (хлориды свинца и меди), и $PbCl_2$, растворенный в эвтектике $PbCl_2$—$AgCl$ (хлориды свинца и серебра).

Эксперименты, проводившиеся под воздействием микрогравитации, были дополнены экспериментами в условиях «наземной» и повышенной (до 10 g) гравитации. Для плавления веществ была использована специальная советская электронагревательная печь «Сплав».

Следующим экспериментом было обнаружение ослабления света от звезд пылевыми частицами космического происхождения. Цель этого эксперимента — изучение межпланетного вещества, которое постоянно проникает в виде мельчайших пылевых частиц (микрометеоритов) в верхние слои земной атмосферы и оказывает влияние на ее оптические свойства. Из теоретических соображений следует, что на высотах около 100 км должен возникать (главным образом в результате прохождения метеорных роев) слой с повышенной концентрацией этих частиц космического происхождения.

При наблюдении с борта космического корабля захода звезд за ночной горизонт лучи света проходят горизонтально через отдельные слои атмосферы, что позволяет измерить оптическую плотность наблюдаемого слоя. В течение нашего пребывания на борту орбитальной станции «Салют-6» был успешно проведен первый этап данного эксперимента. Полученный визуальный наблюдательный материал послужит основой для разработки и изготовления фотоэлектронного фотометра, предназначенного для прецизионных измерений параметров этого явления в космических условиях.

Наконец, были проведены два эксперимента, относящихся к космической медицине. Цель опыта, известного под названием «Теплообмен-2», состояла в проверке методики определения по измерениям температуры кожи с помощью специальных температурных датчиков влияния невесомости и микроклимата на объективные показатели температурного режима организма. Эксперимент включал в себя использование уникального прибора — электрического динамического кататермометра с шеститочечным накожным тер-

мометром. Результаты опыта показали, что существует хорошее согласие между средними значениями температуры кожи, которые в контрольных экспериментах на Земле и на пятый день полета в невесомости были заключены в пределах 33—34°C, а это свидетельствует о нормальном тепловом режиме. Однако достижение таких показателей оптимального теплового режима требует в условиях невесомости большего охлаждающего воздействия окружающей среды, чем на Земле. Можно констатировать, что данная аппаратура и разработанная методика в ходе полета оправдали себя, и их использование следующими экипажами для продолжения эксперимента «Теплообмен-2» целесообразно.

Во втором медицинском эксперименте предполагалось определить влияние длительного пребывания в невесомости на снабжение тканей человеческого организма кислородом. Он проводился с помощью тканевого оксиметра, сконструированного в чехословацких научно-исследовательских учреждениях. Его целью было изучение изменений в кровообращении, которые возникают у космонавтов под воздействием невесомости в условиях избытка кислорода, подводимого к тканям тела, и возможностей бороться таким образом с изменениями в организме космонавта при переходе из условий земного тяготения в состояние невесомости и обратно.

В процессе полета мы также накапливали материал для оценки динамики психических состояний, переживаний и внешних проявлений деятельности космонавтов; эти наблюдения были начаты еще во время нашей подготовки к полету. Они будут способствовать изучению ощущений, которые возникают у космонавтов в ответственных ситуациях, при преодолении трудностей, а также стрессовых ситуаций, которые могут препятствовать успешному осуществлению полета.

Таково было в общих чертах содержание исследовательской деятельности советско-чехословацкого экипажа космического корабля «Союз-28», сотрудничавшего с советским экипажем орбитальной станции «Салют-6».

Помимо выполнения заданной программы, я проводил наблюдения и по собственной инициативе. Я не видел никаких летающих тарелок или загадочных объектов, но я видел нашу родную планету. Могу подтвердить то, что о ней говорят все, видевшие ее с космических высот: она прекрасна. Тем более потому, что из космоса нельзя видеть ни огненных пожаров войн, ни границ, разделяющих народы и государства. И хотя мы всю нашу планету облетали за девяносто минут, она, бесспорно, достаточно велика, чтобы человечество могло жить на ней в мире и дружбе, но в то же время слишком мала, чтобы ее жители не ощущали угрозы, исходящей от накопленных вооружений.

Осуществление социалистическими странами программы «Интеркосмос», основанной на грандиозных предложениях Советского Союза, вносит свой вклад в построение мирного будущего всего человечества. Я счастлив, что смог участвовать в первом пилотируемом полете в рамках этой программы, и как гражданин Чехословацкой Социалистической Республики горжусь тем, что моя страна в результате сотрудничества с СССР и другими социалистическими странами, идя в ногу с мировым прогрессом, стала участницей одной из ключевых программ научно-технического развития. Я убежден в том, что в ближайшем будущем это сотрудничество еще более углубится и охватит другие страны нашей планеты, а это приведет к достижению новых успехов во имя счастливого будущего всего человечества.

МИРОСЛАВ ГЕРМАШЕВСКИЙ (Hermaszewski) (р. 1941) — космонавт-исследователь, летчик-космонавт ПНР, заслуженный военный летчик ПНР, Герой Советского Союза.

Родился в поселке Липники. После смерти отца, погибшего от рук фашистов в 1943, его и еще восьмерых детей воспитывала мать.

В 1964 окончил с наградой Демблинское военное авиационное училище летчиков. Дальнейшую службу проходил в истребительной летной части Войск противовоздушной обороны. С 1969 по 1971 обучался в Академии Генерального штаба ПНР.

В 1976 начал готовиться к пилотируемому полету по программе «Интеркосмос» в Центре подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина.

27 июня 1978 М. Гермашевский в качестве космонавта-исследователя стартовал на космическом корабле «Союз-30» с командиром дважды Героем Советского Союза П. И. Климуком и в течение семи суток работал на борту орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-30».

После выполнения задания М. Гермашевский был награжден орденом «Крест Грюнвальда» первой степени, ему присвоены звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда», а также почетные звания «Летчик-космонавт ПНР» и «Заслуженный военный летчик ПНР».

В настоящее время подполковник М. Гермашевский работает в Центральном управлении Министерства обороны ПНР.



МИРОСЛАВ ГЕРМАШЕВСКИЙ

«Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-30»: наблюдения и эксперименты

Участие социалистических стран в начатом почти четверть века назад Советским Союзом освоении космического пространства на благо науки и народного хозяйства — красноречивый пример разностороннего и успешного сотрудничества братских народов. Участие в космических полетах представителя Польши, а также космонавтов из других социалистических стран открыло новую страницу в развитии космонавтики.

Во время орбитального полета научно-исследовательского космического комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-30», проходившего с 28 июня по 5 июля 1978 г., на его борту была осуществлена обширная научная программа, подготовленная польскими и советскими учеными при участии специалистов из Чехословакии и Германской Демократической Республики.

Проведенные исследования и эксперименты ставили перед собой новые, весьма сложные задачи, требующие чрезвычайно тщательной и всесторонней подготовки со стороны польских научных учреждений. Наиболее широко участвовали в подготовке научной программы Институт авиационной медицины и Институт физики Польской академии наук.

За время полета было осуществлено более десяти экспериментов из области медицины и космической технологии, а также геофизики.

Медицинские и психологические исследования, подготовленные Институтом авиационной медицины, включали оценку состояния и деятельности системы кровообращения в условиях невесомости, наблюдения за изменениями вкусовых ощущений, насыщением тканей кислородом, теплообменом между организмом и окружающей средой, а также психофизиологическим состоянием отдельных членов экипажа.

Деятельность системы кровообращения исследовалась в ходе трех экспериментов. Изменения распределения крови в организме в отсутствие силы тяготения изучались при помощи реографа, который определял степень заполнения тканей организма кровью на основе изменения их электрического сопротивления. Эти наблюдения проводились одновременно с экспериментом «Чибис», в котором проверялись функционирование кровеносных сосудов нижних конечностей и компенсационные возможности системы кровообращения. Цель этого эксперимента — устранение определенных нежелательных эффектов, порождаемых воздействием на организм человека невесомости и особенно заметных в период адаптации. Для предотвращения этих нежелательных явлений был использован специальный костюм с пониженным давлением в области, прилегающей к нижней части тела. Это приводило к усилению кровоснабжения нижних частей тела и тем самым к уменьшению избыточного кровезаполнения тканей грудной клетки, верхних конечностей и прежде всего головы. Таким путем достаточно эффективно имитировалось гидростатическое воздействие столба крови при вертикальном положении тела в условиях земного тяготения и самочувствие испытателя костюма улучшалось.

Костюм был сделан из газонепроницаемой мягкой ткани. По внешнему виду он напоминает просторные брюки со штанинами «в гармошку», жестким поясным кольцом и подтяжками. Изменение (понижение) давления можно было регулировать в пределах от 0 до 65 ± 5 мм рт. ст.

Эксперимент «Чибис» мы проводили дважды; одновременно сконструированным в Польше прибором «Кардиолидер» (рис. 1) контролировалась работа сердца. За ходом эксперимента постоянно наблюдала группа врачей в Центре управления полетом; его результаты, полученные

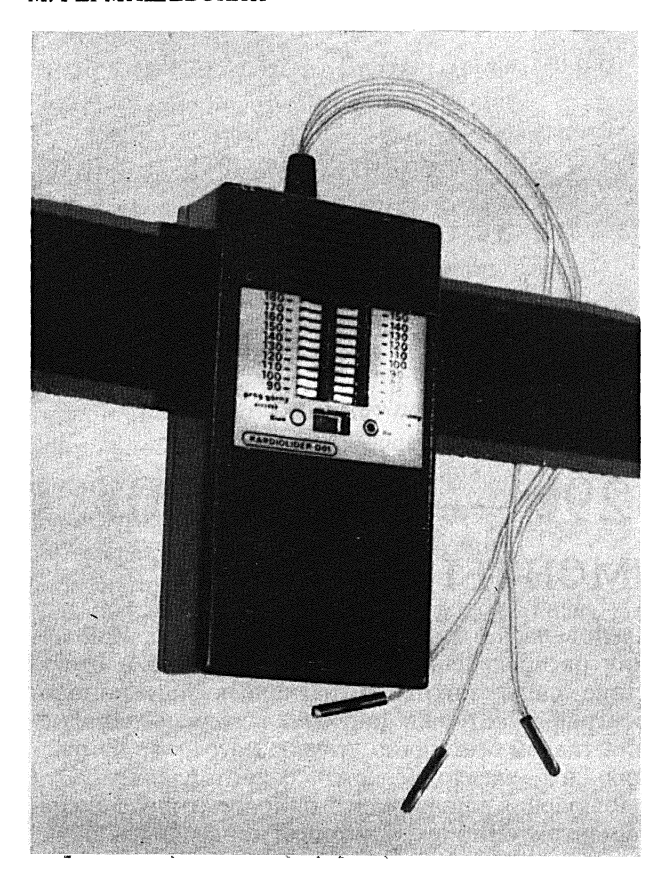


Рис. 1. Кардиолидер

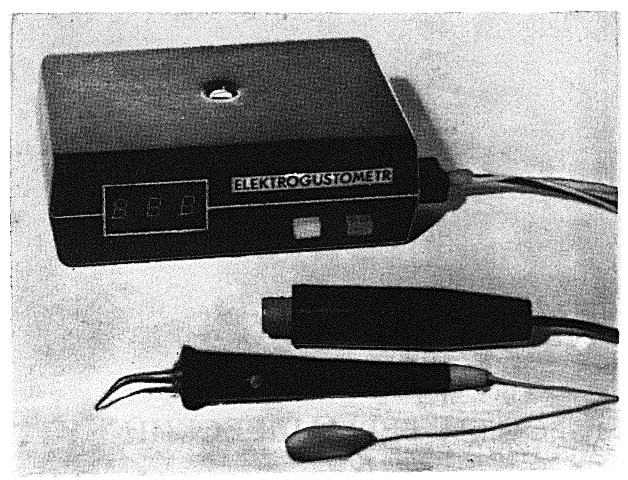


Рис. 2. Электрогустометр

на основе телеметрических данных, были признаны весьма успешными.

В рамках эксперимента «Кардиолидер» мы проводили исследования по оптимизации физической тренировки космонавтов, состоящей из силовых нагрузок на подвижной беговой дорожке и на велосипедном циклоэргометре. Цель этих наблюдений состояла в исследовании изменения частоты сокращений сердечной мышцы, которое зависит от уровня работоспособности организма. Разработанный в Институте авиационной медицины прибор позволяет контролировать работу сердца космонавта, сигнализируя о достижении заданной нагрузки и предостерегая звуковым сигналом о выходе за обозначенные пределы перегрузки. Кардиолидер был сконструирован на основе линейных интегральных схем, что позволило сделать его максимально миниатюрным.

Прибор работал, используя кривую электрокардиограммы (ЭКГ), которая регистрировалась с помощью трех электродов, прикрепленных к грудной клетке космонавта. Каждый ее всплеск преобразуется в прямоугольный импульс, управляющий измерителем частоты сокращений сердечной мышцы. Далее промежутки времени между отдельными всплесками преобразуются в пропорциональное величине этих промежутков напряжение. Выходное напряжение частотомера сравнивается с показаниями компараторов, задающих верхний и нижний пределы частоты сокращений сердца. Выход за определенный верхний или нижний предел частоты сердечных сокращений приводит к включению соответствующей звуковой сигнализации. Кардиолидер нашел широкое применение не только в космической медицине (при дозированной силовой нагрузке в состоянии невесомости и после возвращения на Землю в период реадаптации), но и в клинической практике в восстановительный период после перенесенных сердечно-сосудистых заболеваний.

Мы провели также цикл интересных опытов, направленных на изучение порога вкусовых ощущений в состоянии невесомости. Для этой цели был использован специальный электронный прибор электрогустометр (рис. 2), сконструированный в Институте авиационной медицины и приспособленный для работы на борту орбитальной станции. Речь идет об эксперименте «Вкус». Он подготовлен с целью исследования механизмов, которые ответственны за нарушения вкусовых ощущений, наблюдающиеся у космонавтов во время космических полетов. Был высказан целый ряд различных, зачастую противоречащих друг другу гипотез, которые должны были объяснить причину этих нарушений. Высказывалось, например, предположение, что указанные аномалии обусловлены изменением восприимчивости периферического рецептора вкусовых ощущений, возникающим в результате перемещения крови от нижних к верхним частям тела. Искали причины и в характере пищи, и в психической сфере космонавтов.

Электрогустометр — это электронный прибор небольшого размера, состоящий из генератора пилообразного напряжения (он позволяет получать между электродами ток до 300 мкА), цифровой измерительной системы и двух электродов — пассивного и активного. Для количествен-

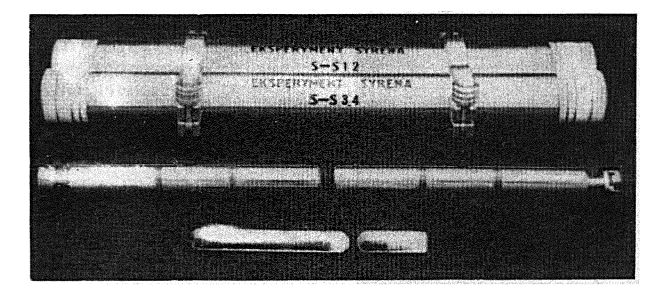


Рис. 3. Ампулы для эксперимента «Сирена»

ных исследований в этом эксперименте используется электрическое раздражение вкусовых рецепторов. Этот метод обеспечивает высокую объективность и точность измерений, а также быстроту получения результатов и возможность многократного повторения наблюдений. Перечисленные достоинства метода оказались решающими при его выборе для космической программы.

При измерениях использовался электрический раздражитель — постоянный ток, протекавший между двумя электродами: пассивным, который испытуемый держал в руке, и активным, прикасавшимся к языку в местах наибольшей концентрации вкусовых сосочков. По мере роста напряжения происходит раздражение вкусовых рецепторов, и испытуемый ощущает кислый вкус. Результат измерения можно прочесть на цифровом индикаторе. Мы получили довольно разнообразные результаты, указывающие на существование определенных закономерностей. Итоги этого эксперимента сейчас анализируются.

Ученые из СССР и ЧССР подготовили эксперимент «Кислород». Мы продолжили исследования, начатые ранее на борту орбитального комплекса*. При помощи прибора «Оксиметр», сконструированного в ЧССР, мы измеряли интенсивность поступления кислорода к тканям организма во время полета и динамику его потребления в различных тканях. В условиях невесомости, как уже говорилось, кровь заметно перемещается из нижних частей тела в верхние, что приводит к переполнению кровеносных сосудов в последних. Это влияет на снабжение различных тканей организма кислородом и в итоге меняет насыщенность крови кислородом.

Эксперимент «Кислород» мы выполняли несколько раз. Состоит он в следующем. Под кожу левого предплечья, рядом с тем местом, где предварительно укрепляется пластиночный индифферентный электрод, вводится тонкая игла. К концу платиновой нити, прикрепленной к игле, подключается высокочувствительный усилитель постоянного тока, который и используется для измерений насыщения тканей кислородом. Дело в том, что возникающий в цепи ничтожно малый ток

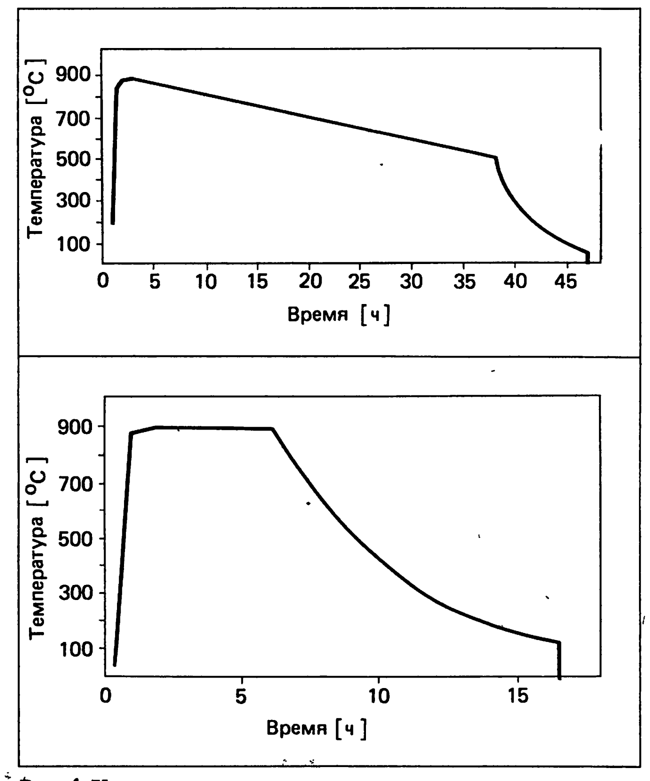


Рис. 4. Ход изменения температуры в эксперименте «Сирена» (первая ампула)

Рис. 5. Ход изменения температуры в эксперименте «Сирена» (вторая ампула)

(10^{-9} — 10^{-11}А) прямо пропорционален содержанию кислорода в тканях. Полученные показатели позволяют оценить интенсивность энергетического обмена в организме и провести на борту орбитальной станции профилактические мероприятия.

Теплообмен между организмом космонавта и газовой средой обитания в условиях невесомости исследовался в эксперименте «Теплообмен», который проводился на станции «Салют-6» и предыдущими экипажами.

В условиях невесомости процесс охлаждения выделяющих тепло организмов испытывает значительные изменения, поскольку отсутствует потеря тепла в результате естественной конвекции, которая в земных условиях является саморегулирующимся процессом. Ее отсутствие компенсируется принудительной вентиляцией: потоки воздуха создаются специальным образом направленными вентиляторами. С целью исследования этих явлений чехословацкие специалисты сконструировали электрический кататермометр. Основной элемент этого прибора — датчик, температура которого при помощи протекающего через него электрического тока поддерживается точно на уровне 37°С. Интенсивность охлаждения среды оказывает непосредственное влияние на мощность, потребляемую для поддержания тем-

* См. статью В. Ремека в этом томе ежегодника. — Ред.

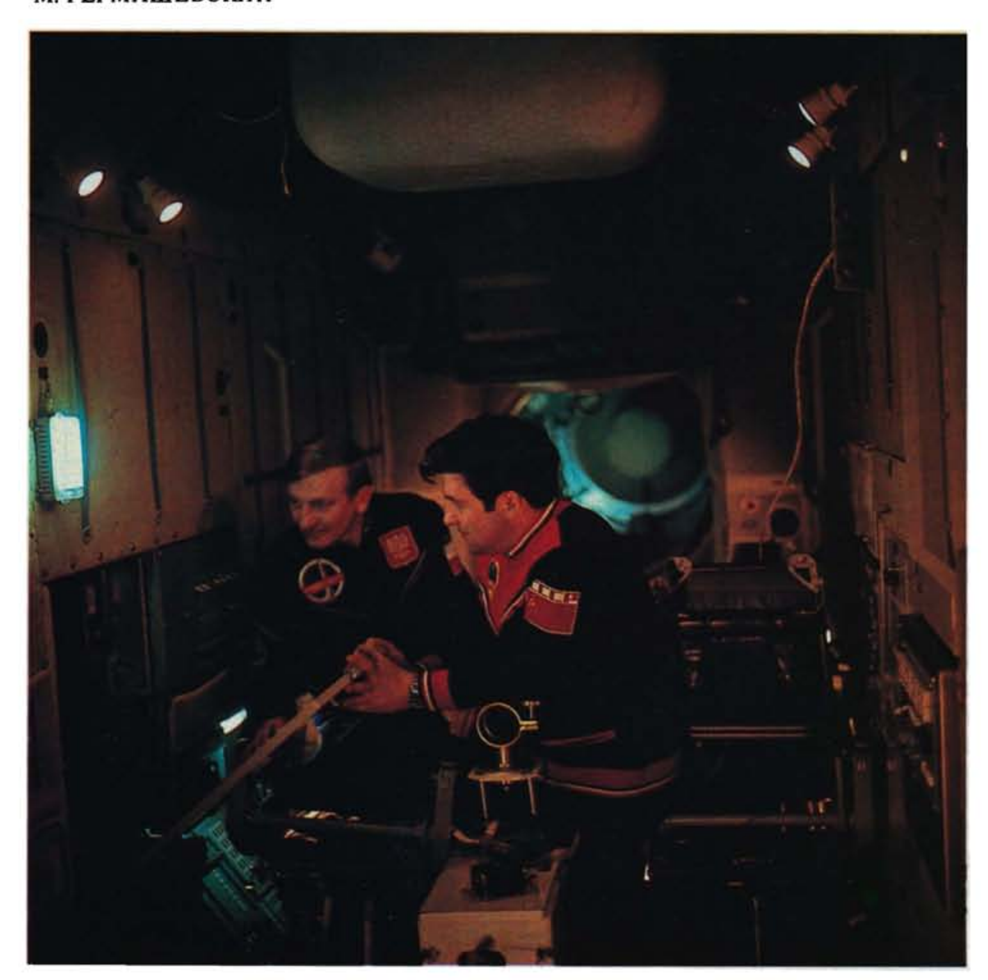


Рис. 6. Космонавты П. Климук и М. Гермашевский во время предполетной подготовки

пературы датчика. Измеряя потребляемую мощность, можно получить комплексные параметры, характеризующие охлаждающую способность среды.

Кроме того, прибор позволяет проводить объективную оценку теплообмена организма космонавта на основе измерения температуры кожи в нескольких точках тела: на лбу, на щеке, на ладони, стопе и на грудной клетке.

Эти качества кататермометра позволяют использовать его в системе кондиционирования воздуха на орбитальной станции, где он заменит обычные термометры. Его применение перспективно также в исследованиях процесса терморегуляции организма человека в условиях космического полета.

Влияние различных факторов космического полета на психофизиологическое состояние космонавтов оценивалось с помощью специального набора вопросов, разработанных учеными из Института авиационной медицины при участии советских психологов. Были определены задачи, форма и содержание ежедневных записей в особом бортовом журнале. Эксперимент получил название «Опрос».

Получаемая в этой области информация до последнего времени основывалась на отчетах космонавтов, составляемых уже после полета, и потому была недостаточно объективной. В связи с этим возникла необходимость разработки стандартизованной исследовательской методики, которая позволила бы получать надежные сведения, относящиеся к психофизиологическим аспектам жизни и деятельности человека в специфических условиях космического полета.

С целью унификации оценок влияния отдельных факторов полета была применена 5-балльная шкала, позволяющая определять интенсивность отдельных состояний или явлений психофизиологического характера.

Набор вопросов затрагивал следующие проблемы:

влияние космического полета на познавательные процессы (наблюдательность, память, внимание, процессы мышления и т. п.);

влияние космического полета на психомоторную активность (зрительно-двигательную координацию, структуру исполнительных функций);

влияние космического полета на сон (быстрота засыпания, комфорт спального места, самочувствие после ночного отдыха и т. п.);

оценку поведения и внешнего вида партнера



Рис. 7. Загрузка емкостей из-под воды в бытовой отсек на борту космического комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-30». Слева направо: П. Климук, М. Гермашевский, В. Коваленок, А. Иванченков

(межличностные контакты, изменение лица в результате перемещения крови в верхние части организма);

изменение аппетита, оценка пищевого рациона, использование лекарств и их влияние на самочувствие;

организацию свободного времени, влияние рекреационной программы на психофизиологическое состояние экипажа.

Собранный таким путем материал позволил оценить влияние различных факторов полета на психические функции космонавтов. Это послужило основой для введения определенных изменений в планирование работ и в формы рекреационной программы.

Космический полет, особенно длительный, оказывает явное влияние на психофизиологическое состояние космонавтов — результат воздействия таких факторов, как сенсорное голодание и социальная изоляция. В связи с этим возникла необходимость введения специальных рекреационных программ. Ученые пришли к выводу, что одним из основных элементов это программы должна быть проекция разнообразных по содержанию визуальных изображений с помощью видеомагнитофона. С этой целью был разработан эксперимент «Досуг», задачей которого было определение влияния такого рода рекреационной программы на психофизиологическое состояние экипажа во время пребывания на борту орбитальной станции «Салют-6». Была также поставлена задача получить сведения, касающиеся влияния различных сторон рекреационной программы на самочувствие космонавтов с учетом продолжительности полета.

На основе анкетирования для каждого экипажа была разработана индивидуальная программа, учитывающая интересы отдельных космонавтов. На основе этих данных была составлена (совместно с польским телевидением) программа, рассчитанная на несколько часов и записанная на видеомагнитофонной пленке. Отобранный материал мы доставили на орбитальную станцию, и его с удовольствием просматривали все члены экипажа. Программа получила высокую оценку.

Экипаж основной экспедиции — космонавты В. Коваленок и А. Иванченков — просил прислать записи песен в исполнении Ирены Яроцкой. Это желание было выполнено.

Состояние здоровья космонавтов тщательно исследуется перед стартом, а также во время

полета и после его завершения. Эксперимент «Здоровье» должен был оценить физическую работоспособность космонавтов после возвращения на Землю с помощью новой методики.

Применявшиеся до последнего времени методы требовали использования значительных физических нагрузок, что противопоказано космонавту после совершенного им космического полета. В эксперименте «Здоровье» была применена разработанная в Институте авиационной медицины электронная измерительная аппаратура и методика исследований, позволяющие оценить интенсивность выполняемой работы, используя малые физические нагрузки. Это достигалось с помощью обратной связи между частотой сердечных сокращений и приводом, дозирующим величину физической нагрузки.

Схема эксперимента такова. Биотоки деятельности сердца (ЭКГ) управляют системой измерителя частоты сокращений сердца. Выходное напряжение этой системы через электронную систему управления регулирует интенсивность физической нагрузки, которую испытуемый должен получить на велоэргометре или на движущейся беговой дорожке.

Аппаратура позволила измерить и зарегистрировать на магнитной пленке или на ленте самописца следующие данные:

электрокардиограмму,
частоту сокращений сердца,
артериальное кровяное давление,
частоту дыхания,
объем вентиляции легких в минуту,
глубинную температуру тела.

В настоящее время ведется работа по модификации подобной аппаратуры, предназначенной для орбитальных станций.

Кроме медицинских и психологических экспериментов и исследований, мы привели интересные опыты по кристаллизации полупроводниковых материалов, в состав которых входили ртуть, кадмий и теллур (Hg, Cd, Te), в состоянии невесомости. Этот эксперимент, носящий название «Сирена», был разработан Институтом физики ПАН, который в течение многих лет изучает физические характеристики материалов этого типа и возможности их применения.

Полупроводники, в состав которых входят названные элементы, характеризуются высокой чувствительностью и малой инерционностью; они прекрасные детекторы инфракрасного излучения и могут работать в диапазоне волн около 10 мкм, т. е. в пределах так называемого «атмосферного окна». Облачность, дым и запыленность атмосферы не являются препятствием для инфракрасного излучения. Эти материалы можно использовать также в полупроводниковых лазерах с перестраиваемой частотой.

Эти элементы значительно различаются по своему атомному весу. Поэтому возникающие под действием конвекции сплавы имеют неоднородную структуру, а физические характеристики и качество полупроводников определяются степенью их однородности. В лабораторных условиях достигается степень однородности кристаллов порядка 12%.

Полупроводники, полученные в условиях невесомости, характеризуются высокой степенью однородности — более 60%.

Этот эксперимент я проводил совместно с Александром Иванченковым. Плавление исследуемого материала, помещенного в специальные ампулы (рис. 3), мы провели при помощи устройства «Сплав» — электрической бортовой печи станции «Салют-6», а затем полученный расплав подвергли контролируемому охлаждению. Поскольку в нашем распоряжении были две ампулы, мы провели этот эксперимент дважды.

Первая ампула была нагрета до температуры около 900°C, после чего она была подвергнута регулируемому охлаждению со скоростью 11,4°C в час. Проведение этого эксперимента заняло 46 часов (рис. 4).

Другая ампула нагревалась аналогичным образом, но охлаждалась пассивно, то есть без автоматической регулировки температуры. В этом случае скорость понижения температуры была значительно выше — порядка 145° C в час. Эксперимент был закончен через 16,5 часа (рис. 5).

Успех эксперимента зависел также от поддержания особых условий при его осуществлении. Во время его проведения станция «Салют» находилась в состоянии свободного орбитального полета, а все бортовое оборудование, которое могло вызвать ускорения или вибрации конструкции, было выключено.

Орбита нашего научно-исследовательского космического комплекса проходила и над территорией Польши. Мы уделили значительную часть времени наблюдениям поверхности Земли и фотографированию избранных районов суши, морей и океанов, в том числе территории Польши; эти работы проводились в рамках эксперимента «Земля», разработанного учеными СССР, ГДР и Польши.

Эксперимент состоял в сравнении результатов одновременных наблюдений избранных территорий, проводившихся с борта ИСЗ, с самолета и с поверхности Земли. Цель эксперимента — изучение возможностей использования дистанционного зондирования Земли из космоса для определения характера и структуры районов земледелия, для прогнозирования урожаев, а также для определения оптических характеристик акватории Мирового океана.

На станции «Салют-6» была установлена великолепная, предназначенная для съемок в различных участках спектра фотографическая аппаратура, с помощью которой мы осуществляли

съемки поверхности Земли*. Я имею в виду камеру с шестью объективами, которая выполняет съемку одной и той же территории в нескольких диапазонах оптического спектра, а также в инфракрасной области.

Эксперимент «Земля» имеет важное значение для народного хозяйства, и в особенности для нужд сельского хозяйства и рыболовства, для охраны окружающей среды. Практическая важность подобных наблюдений неоднократно подтверждалась при использовании как советских, так и американских искусственных космических объектов. Полученные результаты принесли ощутимые выгоды.

Осуществляя эксперимент «Земля», мы наблюдали при входе нашего комплекса в область тени полярные сияния. С помощью фотоаппарата «Практика» мы сделали серию снимков этого явления, которое отчетливо наблюдалось в районах, прилегающих к Южному полюсу.

Кроме того, для регистрации интересных наблюдений или явлений мы очень часто использовали фотоаппараты «Хассельблад» и «Киев», а с помощью кинокамеры отсняли более 600 м документальных кадров, освещающих жизнь и работу на борту станции.

В заключение мне хотелось бы подчеркнуть, что программа выполнялась совместно всем экипажем в соответствии с принятым еще на Земле распорядком, естественно, в пределах компетентности каждого члена экипажа.

Специфика работы в космосе требует идеального взаимопонимания членов экипажа и точнейших действий. Именно поэтому, еще находясь на Земле, мы посвятили столько недель отработке совместных действий (рис. 6). Благодаря помощи и инициативе моих дорогих друзей Петра Климука, Владимира Коваленка и Саши Иванченкова осуществление сложной космической программы проходило без затруднений (рис. 7).

Совместные международные космические полеты доказали, что основанное на дружбе и взаимопомощи сотрудничество социалистических стран в деле мирного использования космического пространства, как и сотрудничество во всех других областях, создает для человечества огромные возможности эффективного решения важнейших проблем современности.

* См. статью З. Йена в этом томе ежегодника. — Ред.

ЗИГМУНД ЙЕН (Jähn)
(р. 1937) — космонавт-исследователь, летчик-космонавт ГДР, Герой Германской Демократической Республики, Герой Советского Союза.
Родился в поселке Раутенкранц в семье рабочего лесопильного завода. После окончания начальной школы обучался типографскому делу.
Закончив высшее офицерское училище имени Ф. Меринга, продолжал службу в рядах Национальной народной армии ГДР.
В 1966 поступил в Военно-воздушную академию имени Ю. А. Гагарина (СССР), которую закончил в 1970.
В 1976 направлен в СССР в Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, где прошел полный курс обучения по программе космического корабля «Союз» и орбитальной станции «Салют».
26 августа 1978 З. Йен в качестве космонавта-исследователя стартовал на космическом корабле «Союз-31» с командиром дважды Героем Советского Союза В. Ф. Быковским и в течение семи суток работал на борту орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31»
После выполнения задания полковнику З. Йену были присвоены звание Героя Советского Союза с вручением ордена Ленина и медали «Золотая Звезда», почетное звание Героя Германской Демократической Республики, а также почетное звание «Летчик-космонавт ГДР», он награжден орденом Карла Маркса.



ЗИГМУНД ЙЕН

«Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31»: впечатления, переживания, эксперименты

В жизни бывают такие моменты, которые навсегда остаются в памяти. Я никогда не забуду решающих минут 26 августа 1978 г. В этот день в 17 часов 51 минуту по московскому времени с космодрома Байконур стартовал космический корабль «Союз-31».

Командир корабля полковник Валерий Быковский и я, космонавт-исследователь, добросовестно подготовились к этому совместному космическому полету.

От момента закрытия входного люка до старта космонавту остается еще несколько минут для того, чтобы осознать происходящее. В эти минуты вспоминается многое. Я невольно вспомнил исторический день 12 апреля 1961 г., когда Юрий Гагарин совершил первый полет в космос. В то время я был пилотом истребительной эскадрильи. И, конечно, никто из офицеров Национальной народной армии ГДР и наверняка любой другой братской армии, даже заглядывая в будущее, не предполагал тогда, что когда-нибудь гражданин другого, нежели СССР, социалистического государства, принадлежащий к нашему поколению, отправится в космический полет.

В эти мгновения перед стартом я испытал чувство глубокой благодарности к Советскому Союзу, который предоставил возможность гражданину ГДР сделать шаг в космос.

Каждое событие имеет свою историю, свое начало и продолжение. Наш совместный космический полет логически связан с 30-летней историей ГДР. Она началась с исторического события, когда Советская Армия освободила нас от фашизма и открыла путь в новое будущее. По этому пути Германская Демократическая Республика неизменно идет в дружбе и тесном союзе с СССР. И наша страна тоже получила возможность активно участвовать в исследовании и мирном использовании космического пространства. Таким образом, преимущества нашего общественного строя и в буквальном смысле слова достигают космических масштабов.

Международное сотрудничество в рамках программы «Интеркосмос» — это веление времени, и социалистические страны в меру своих сил и возможностей участвуют в нем. Более десяти лет ГДР активно участвует в программе «Интеркосмос» и вносит все более значительный вклад в это сотрудничество. Результаты совместных работ показывают, какие значительные успехи могут быть достигнуты в содружестве с пионером космических исследований — Советским Союзом. На сегодняшний день вклад ГДР в развитие исследований по программе «Интеркосмос» составляет более 100 приборов или приборных комплексов, которые были установлены на спутниках Земли, исследовательских ракетах, космическом корабле и орбитальной станции; кроме того, в ГДР было разработано и изготовлено более 150 приборов, используемых на Земле.

В июле и сентябре 1976 г. Советский Союз внес предложение об участии граждан социалистических стран в пилотируемых полетах на советских космических кораблях и орбитальных станциях.

Впервые открылась дорога в космос для будущих космонавтов — представителей социалистических стран.

Что нас ожидало? Этот вопрос волновал меня и других кандидатов первой группы. В кругу новых друзей я с первого же дня почувствовал себя равным среди равных. Мы поселились на седьмом этаже современного жилого дома, под одной крышей с семьей Леоновых и на одной площадке с семьей Николаевых-Терешковых. Совершенно не чувствовалось, что находишься в незнакомом окружении.



Ракета-носитель с космическим кораблем «Союз-31» на пути к старту (космодром Байконур)

Космонавты В. Быковский и З. Йен докладывают председателю Государственной комиссии о готовности к полету (космодром Байконур)

Для меня начался период интенсивной учебы. Обучение было очень напряженным. От современного истребителя до космического корабля дистанция все-таки очень большая. Но то, что раньше казалось мне недостижимым, постепенно становилось возможным. Привычные для меня, летчика-истребителя, высоты полета в 20 000 м в будущем уже не должны были быть потолком.

На первом, в основном теоретическом этапе обучения нужно было приобрести знания по таким предметам, как астрономия, астрофизика, космическая навигация, геофизика, баллистика, конструкция космических летательных аппаратов и управление ими.

Второй этап обучения был посвящен в первую очередь практической тренировке экипажа и включал, в частности, безупречное освоение всех этапов полета. Нужно было добиться согласованных действий космонавтов и прекрасного взаимопонимания (даже без слов). Короткий взгляд, едва заметный жест, легкий кивок одного из космонавтов должны вызывать нужные действия другого. Во время тренировок пришлось пролить немало пота не только в переносном, но и в буквальном смысле слова. На тренажерах космического корабля или орбитальной станции десятки раз в различных вариантах отрабатывались старт, полет, сближение, стыковка, переход, рабочие операции, возвращение и приземление, включая непредвиденные ситуации. Стыковку отрабатывали около 50 раз. Кроме того, проводилась тренировка по обширной медицинской программе.

Во время учебы со мной рядом всегда был мой друг Валерий Быковский. Один из первых людей, побывавших в космосе, Валерий также один из наиболее опытных космонавтов. В 1963 г. на корабле «Восток-5» он стартовал в космос пятым по счету советским космонавтом и провел в полете пять суток, что и на сегодня остается рекордом продолжительности полета в одноместном космическом корабле. В 1976 г. он совершил полет на корабле «Союз-22» совместно с Владимиром Аксеновым и провел пионерские исследования Земли из космоса. Экипаж «Союза-22» осуществил испытания многозональной фотокамеры МКФ-6. Валерий Быковский бескорыстно и охотно делился со мной своим богатым опытом.

На последнем этапе обучения значительную часть времени заняла подготовка к проведению включенных в программу полета экспериментов.

Эти научно-технические и медико-биологические эксперименты требуют от космонавтов определенных знаний в соответствующих специальных областях. Предъявляемые к ним при этом требования гораздо выше средних.

Мы получили хорошую подготовку как теоретическую, так и практическую. Дело, однако, не только в том, чтобы обслуживать приборы или нажимать кнопки. Космонавт должен смотреть глубже. Он должен хорошо знать цель эксперимента, а также уметь видеть то, что на первый взгляд незаметно. Естественно, от нас не требовали, чтобы мы знали все эти специальные дисциплины так же хорошо, как космическую навигацию и управление. Однако в космическом полете технологический эксперимент, например, эффективен только тогда, когда точно выдерживается временной график и ход технологического процесса. С этой целью мы изучили большой объем документации, получили основательные инструкции от советских специалистов. Мы посетили научно-исследовательские институты, для того чтобы глубже познакомиться с сущностью проводимых исследований. Специалисты из ГДР дали нам необходимые указания по отдельным экспериментам.

Программа полета нашего международного экипажа предусматривала стыковку космического корабля «Союз-31» с научным орбитальным комплексом «Салют-6» — «Союз-29».

После 17-го витка началось непосредственное сближение. Динамический процесс проходил в три этапа. Первый начался за несколько тысяч километров до причаливания, второй — за несколько десятков километров и третий — на расстоянии 200—300 м. Все коррекции, все автоматические операции контролировались нами очень внимательно, с тем чтобы в случае необходимости тотчас же перейти на ручное управление. К этому этапу полета мы готовились особенно тщательно. Именно этот этап полета требует наивысшего нервного напряжения. Я заметил, что даже Валерий Быковский, который обычно был очень спокоен и уравновешен, беспокоился о том, чтобы все было в порядке. Корабль управляется автоматически, однако экипаж должен в любую секунду, даже долю секунды, быть готовым включиться в управление и выполнить необходимые операции. Метр за метром сокращается расстояние до орбитальной станции. Непосредственно перед стыковкой скорость сближения составляла 0,42 м/с. Крен космического корабля был устранен и равнялся нулю. Стыковочный конус диаметром 80 см, приближение которого мы видели на экране, производил на меня магическое действие. Металлический звук, раздавшийся при касании сердечника и блокировочных болтов, мгновенно снял накопившееся во мне нервное напряжение.

Время, пока мы ждали из Центра управления полетом разрешения на переход, показалось нам бесконечно долгим. С неменьшим нетерпением нас ожидал основной экипаж орбитального комплекса. Постукивая, они подавали нам сигналы, словно могли этим сократить время ожидания. Почти через 3 часа после стыковки был осуществлен переход. Основной экипаж встретил нас по русскому обычаю хлебом-солью, и прежде чем началась наша работа на борту орбитального комплекса, мы поделили между собой хлеб.

Центральными направлениями космических исследований, проводимых ГДР в последние годы, стало исследование Земли из космоса, а также использование космоса для технологических экспериментов. Эксперименты в области материаловедения имеют большое народнохозяйственное значение. В них прослеживается логическая взаимосвязь между фундаментальными исследованиями и исследованиями для нужд народного хозяйства.

В нашу программу входило более 20 экспериментов, в том числе группа из шести технологических экспериментов под названием «Беролина». В двух советских плавильных печах «Сплав» и «Кристалл» проводились опытные плавки и выращивались полупроводниковые монокристаллы, а также изготовлялось стекло. Для таких опытов условия космоса весьма благоприятны. Отсутствует земное притяжение, которое оказывает вредное влияние на процессы плавки и кристаллизации. Точное знание физических процессов может открыть новые пути для практики промышленного получения изделий полупроводниковой электроники. Во время посещения одного из ведущих в нашей республике предприятий этой отрасли — завода полупроводников во Франкфурте-на-Одере — я видел, какие высокие требования предъявляются к материалам, применяемым для изготовления микропроцессоров. Требуемая структура может быть получена только специально разработанным способом выращивания кристаллов. Освоение процессов выращивания кристаллов и создание новых материалов с заданными свойствами — необходимые предпосылки для быстрого развития промышленности полупроводников и полупроводниковой электроники.

Из шести экспериментов серии «Беролина» пять были посвящены этой цели. Не случайно в качестве исходных материалов были взяты «свинец-теллур» и «висмут-сурьма». Из первого материала изготавливаются полупроводниковые диоды для лазеров. В системе «висмут-сурьма» речь идет о химически похожих веществах, однако даже небольшие изменения их концентрации в кристалле приводят к значительным изменениям его электрофизических свойств.

При проведении экспериментов были предприняты особые меры для поддержания условий исчезающе малой силы гравитации

(10^{-6}). Это означало, что во время проведения этих экспериментов нельзя было осуществлять маневры, связанные с включением двигателей. Если печи были включены, мы не могли делать гимнастические упражнения, пользоваться велоэргометром и бегущей дорожкой (а это было важно в первую очередь для Володи Коваленка и Саши Иванченкова), потому что сотрясения ухудшили бы рост кристаллов. Мы шутили: эти эксперименты лучше всего удаются в том случае, если после включения печей экипаж ложится спать. Естественно, при этом нужно было квалифицированно обслуживать эти две печи и выдерживать заданный технологический режим, не допуская никаких отклонений.

«Сплав» и «Кристалл» сами по себе — первоклассные технические экспериментальные установки. Так, в «Кристалле», имеющем размеры 30×20 см, создается температура более 1000°С. «Свинец-теллур» нагревались до 900°С и в течение 18 часов температура поддерживалась на этом уровне, затем следовали фазы регулируемого и пассивного охлаждения. Вынимая ампулу из контейнера, я испытывал чувство, подобное радости открытия. Мне посчастливилось первому увидеть кристаллические образования, которые так интересовали ученых. Это произвело на меня сильное впечатление, я сообщил со всей уверенностью, что эксперимент удался. И это действительно подтвердилось. Первые опыты показали, что кристаллы, полученные в космосе, превосходят кристаллы, полученные в наземных условиях из тех же исходных материалов. Окончательное заключение дадут ученые.

Обработка данных экспериментальных работ по материаловедению проводится по строгой программе. На первом этапе применяются бесконтактные и неразрушающие образец методы исследования. Прежде чем образец будет измельчен или обработан на втором этапе исследований, важно получить максимальное количество неискаженной информации.

На установке «Сплав» проводилась также плавка специального оптического стекла, которая длилась 20 часов. Ученые йенского стекольного завода «Шотт и Ген» связывали с этим экспериментом надежды на то, что направленными технологическими мерами можно улучшить качество высокоточных оптических приборов. Уже первые исследования полученных образцов показали большую ценность этого эксперимента.

Теперь несколько слов об эксперименте, в котором изучались основополагающие физико-химические процессы в газообразном веществе. Эти сведения и их применение в технологических целях особенно важны для получения полупроводниковых кристаллов, построенных из молекул. Эксперимент был предназначен для проверки определенной научной гипотезы. С этой целью ученые дрезденского Центрального института физики твердого тела Академии наук ГДР приготовили пять ампул, заполненных германием и веществом-носителем. В результате анализа германиевых кристаллов, выращенных в космосе, научную гипотезу должны сменить надежные суждения. Существует обоснованная точка зрения о возможности использования химического переноса при изготовлении современных материалов с заданными свойствами.

Актуальные задачи космических биологий и медицины — изучение факторов, влияющих на человеческий организм, в том числе невесомости, космического излучения, нервно-эмоционального напряжения, воздействия искусственной среды обитания и условий работы и жизни на космическом корабле.

Сегодня уже считается, что космонавты могут несколько месяцев жить и работать в космосе без опасности для жизни и вреда для здоровья. Наиболее замечательным в этом отношении стало для меня семидневное пребывание на орбитальной станции вместе с двумя товарищами из ее основного экипажа, которые своим длительным полетом достигли новых рубежей в космонавтике. Я восхищался настойчивостью и выдержкой, с которыми они тренировали в полете свое тело, их жизненной силой и работоспособностью, их оптимизмом, их уравновешенностью. Они создавали на борту орбитальной станции атмосферу хорошего настроения и взаимопонимания, тем самым дополнительно активизируя и стимулируя меня и Валерия. Товарищи Коваленок и Иванченков всегда будут для меня примером. Они показали мне, как можно благодаря силе воли, жизнерадостности и здоровому юмору справляться со сложнейшими ситуациями.

Сейчас центр тяжести медико-биологических исследований перемещается на проблему работоспособности, в область психологических реакций. В нашем совместном космическом полете проводились многочисленные медицинские эксперименты. Предшествующие международные экипажи провели такие медицинские эксперименты, как «Вкус» (подготовлен польскими учеными) и «Оксиметр» (подготовлен чехословацкими учеными)*. В орбитальном комплексе имеются многочисленные медицинские исследовательские приборы, которыми мы также пользовались. Мы проводили, например, обследование с помощью аппаратуры «Полином-2М», которая позволяет делать заключение о состоянии сердечно-сосудистой системы, брали анализ крови.

Институт авиационной медицины совместно с Академией наук и предприятиями нашей республики подготовил четыре эксперимента. Цель эксперимента «Аудио» — выяснение влияния невесомости на порог слухового восприятия космо-

---

* См. статьи В. Ремека и М. Гермашевского в этом томе ежегодника. — Ред.



Космонавты В. Быковский, В. Коваленок, З. Йен, А. Иванченков на борту космического комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31»

Восход Солнца. Фото З. Йена с борта орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31»

навта. Действительно, оказалось, что в начальной стадии полета определенные шумы воспринимаются сильнее и интенсивнее, чем на Земле. У меня самого было такое же ощущение. Для того чтобы ответить на вопрос, какую роль при этом играют объективные факторы, а какую — субъективные, мы измеряли порог слухового восприятия в определенные моменты времени. Для этого мы использовали ручной аудиометр «Эльба», разработанный народным предприятием «Прецитроник» в Дрездене. Прибор имел массу 2 кг и позволял точно измерять слух в диапазоне частот от 500 Гц до 6 кГц. Этот прибор представляет собой прототип нового поколения переносных аудиометров. Последующие типы по своим габаритам и техническим параметрам, как я увидел на этом предприятии, представляют собой рекордное достижение современной техники.

Одновременно проводились опыты с применением прецизионного измерителя уровня импульсных шумов; прибор изготовлен народным предприятием измерительной техники «Отто Шен» (Дрезден). Его масса — 3,5 кг, это самый маленький прибор подобного класса в мире, он обладает высокими конструктивными характеристиками. С помощью этого прибора исследовались рабочие шумы в различных местах станции, а также регистрировался уровень шумов во время записи аудиограмм для того, чтобы можно было провести точную научную обработку данных.

Исследование слуха человека в наземных условиях проводится в специальных звукоизолированных кабинах. Во время измерений на орбитальном комплексе такие условия получить нельзя. Поэтому применялись наушники, разработанные специально для космоса, с особенно хорошей звукоизоляцией. Полученные аудиограммы каждого из четырех космонавтов сопоставлялись с данными измерений, проведенных в наземных условиях. Предварительная обработка данных показывает изменяемость акустических характеристик. Для получения обоснованных научных результатов эксперименты требуют своего продолжения.

При проведении эксперимента «Опрос» я должен был во время полета отвечать на комплекс вопросов. Это происходило всегда в начале и в конце дежурства. Оценка проводилась по шкальной системе. Следует отметить, что обширную анкету, составленную экспертами СССР и ГДР, дополнили специальной частью, которую разра-



Спускаемый аппарат корабля «Союз-29» с космонавтами В. Быковским и З. Йеном идет на посадку

После приземления спускаемого аппарата космического корабля «Союз-29» по традиции оба космонавта на нем расписались

ботали психологи Дрезденского технического университета для лиц, связанных по роду своей деятельности с управлением и контролем. Ответы на вопросы дают информацию об усталости, роли монотонности, психологическом насыщении и стрессе. За время полета я десять раз отвечал на анкету и надеюсь, что этот материал будет достаточно интересен для анализа.

В эксперименте «Время» исследовались поведенческие реакции человека. В качестве измерительного прибора мы использовали видоизмененный для космоса кварцевый электронный секундомер народного предприятия «Часовой завод Рула». В этом эксперименте мы получили данные о субъективном ощущении времени и о быстроте и правильности реакции.

В эксперименте «Речь» наши специалисты присоединились к исследованиям, проводимым советскими учеными. В эксперименте учитывался тот факт, что человеческий голос кроме передачи деловых сообщений, то есть членораздельных звуков, содержит также сведения об эмоциональном настрое и степени возбужденности. В космосе мы имеем возможность получить объективные данные о душевном состоянии человека, выдерживаемых им нагрузках и его психологической устойчивости, анализируя его речь, причем довольно несложным путем, без применения на борту дополнительных технических средств.

В Центре управления полетом на магнитной ленте фиксируются переданные индексы и сообщения, затем проводится анализ и определяются качественные и количественные характеристики частотно-амплитудных спектров. Я должен был произносить индекс «2-26», который в немецком языке содержит пять гласных. Это не так-то просто по запросу Центра управления полетом оторваться от текущей работы, подплыть к микрофону и произнести этот индекс. Это имело неожиданный стимулирующий эффект: каждый раз запрос порождал у экипажа волну веселья. Мои товарищи пытались даже подменять меня и передавали мой индекс, стараясь произносить его без акцента. Но специалистов на Земле нельзя было перехитрить. Они тотчас же «выуживали» помощника. Все данные зарегистрированы, и несмотря на довольно длинный путь, пройденный радиосигналами до регистрации, получен богатый материал для дальнейших исследований.

О роли наблюдения Земли из космоса я уже говорил. Поистине открытием в технике съемки больших поверхностей целых регионов стало

применение многозональной фотографии, которая к тому же достигла большого совершенства. Этот метод позволяет также изучать динамические процессы на поверхности Земли, в Мировом океане и атмосфере. Особое преимущество исследований, проводимых с борта космических станций, заключается в том, что в интересах науки и народного хозяйства можно достаточно часто или даже регулярно наблюдать всю поверхность Земли в целом, включая труднодоступные районы. Следует также отметить, что решение определенных задач, например изучение геологических структур и зон разлома, возможно только путем съемок с высоты орбитального полета.

Программа работ на борту «Салюта-6» предусматривала помимо фотографирования и визуальные наблюдения Земли.

На пресс-конференциях часто задавался вопрос о том, сколь эффективно может космонавт вести такие наблюдения. Прежде всего замечу, что несмотря на мою подготовку и рассказы советских космонавтов о том, как выглядит Земля из космоса, я изумился отчетливости, с которой была видна поверхность Земли со столь значительной высоты. Во всяком случае в некоторых отношениях, как мне показалось, даже лучше, чем с высот 10 или 20 км, которые я знаю по полетам на самолете. И все же это удивительное явление.

Безусловно, большую роль играют такие факторы, как зрительная способность космонавта, его способность воспринимать и перерабатывать информацию, разрешающая способность сетчатки глаз, быстрота распознания и реакций, чувствительность его глаза к свету и цветовосприятие. За восемь дней полета у меня не было ощутимых изменений остроты зрения, световой или контрастной чувствительности глаз.

В области метеорологии наблюдались особые погодные явления, необычные облачные структуры, а также полярные сияния. В области геологии особый интерес представляли наблюдения зон разлома, в особенности зоны перехода от суши к морю, явлений эрозии и засоления почвы, обнаружение определенных тектонических признаков. Для нужд океанологии наблюдались прибрежные восходящие потоки вод, а также окраска вод. В интересах охраны окружающей среды мы собирали данные об облаках вредных веществ, о пылевых и дымовых загрязнениях атмосферы, о загрязнениях морей. Названное — лишь часть тех многоплановых наблюдений, которые мы провели.

В задачу эксперимента «Биосфера» наряду со сбором информации входило также испытание новых методов. И здесь наша работа подтвердила, что визуальные исследования представляют собой важное и необходимое дополнение к фотографированию и другим техническим способам наблюдений. В соответствии с задачами мы применяли модифицированные камеры типа «Пентакон» и «Практика». Фотоматериалы были изготовлены на комбинате «ОРВО Вольфен».

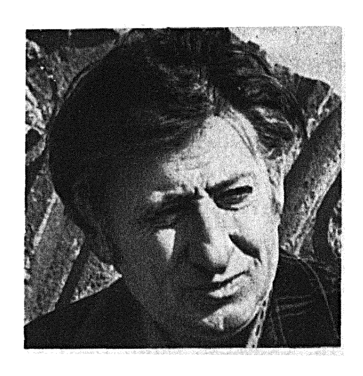
Во время эксперимента «Биосфера» в нашу задачу входило наблюдение циклона «Эстер» в Тихом океане. Считалось, что он подходит к своей завершающей стадии. У нас же не создалось впечатления, что дело идет к концу. Нам удалось сделать несколько интересных снимков, отражающих его динамическое развитие. Кроме того, нас интересовал циклон «Кристи» над Калифорнией, а также еще один безымянный циклон над Филиппинами, которому метеорологи еще не дали названия. Данные о местонахождении, скорости и направлении движения циклона позволили метеорологическим службам сделать соответствующие предупреждения.

В эксперименте «Репортер» одной из наших задач было проведение исследований по научной фотографии. Результаты съемки ручными фотокамерами показали, что их применение весьма целесообразно; некоторые визуальные наблюдения можно, таким образом, сделать более наглядными и подтвердить документально. Ручные фотокамеры в оперативной съемке обладают неоспоримым преимуществом перед стационарными прецизионными камерами и являются их ценным дополнением.

Еще несколько слов о работе с фотокамерой МКФ-6М. Этот эксперимент, в ходе которого фотографировались территории социалистических стран, избранные районы Мирового океана и атмосферные процессы — часть долгосрочной программы исследований, проводимых в интересах науки и народного хозяйства. Программа направлена прежде всего на поиск новых минеральных и биологических ресурсов, а также на повышение эффективности охраны окружающей среды. Результаты работ с фотокамерой МКФ-6М уже получили достойную оценку, так что я к этим многочисленным похвалам ничего добавлять не буду. Нужно только сказать, что и в нашем полете были собраны данные, необходимые для конструктивного совершенствования камеры. Они оказались очень ценными для экспериментальных работ, проводимых на народном предприятии «Карл Цейс Йена», и полезными для ученых, инженеров и космонавтов. Фотокамера МКФ-6М, как и другие приборы ГДР, функционировала безупречно. Все они выдержали испытание в космосе и хорошо аттестовали рабочих и ученых нашей республики.

На спускаемом аппарате «Союза-29», в котором мы возвратились на Землю, я под впечатлением пережитого невольно написал слова «сердечное спасибо». Они должны были выразить благодарность за то, что наши советские товарищи создали такую замечательную технику и обеспечили высокую надежность всех этапов полета от старта до приземления.

ГРИГОР АРАМОВИЧ ГУРЗАДЯН
(р. 1922) — специалист по астрофизике и космическим исследованиям, член-корреспондент АН Армянской ССР, доктор физико-математических наук, директор Гарнийской лаборатории космической астрономии, профессор Ереванского государственного университета, член Международного астрономического союза.
Родился в Багдаде (Ирак) в семье рабочего. В 1924 переехал в СССР. В 1944 окончил Ереванский политехнический институт и поступил в аспирантуру по специальности астрофизика, его научным руководителем был академик В. А. Амбарцумян. В 1947 в Москве защитил кандидатскую диссертацию на тему «Лучистое равновесие межзвездной среды», а в 1955 — в Ленинграде докторскую на тему «Вопросы динамики планетарных туманностей».
С 1947 Г. А. Гурзадян работал в Бюраканской астрофизической обсерватории АН Армянской ССР (БАО) в качестве старшего научного сотрудника, заведующего отделом физики звезд и туманностей, заместителя директора филиала БАО по космическим исследованиям.
В первое время занимался вопросами физики и динамики межзвездной среды и диффузных туманностей, морфологии и внутренней кинематики звездных ассоциаций, радиоастрономией.
В пятидесятые годы перешел к проблеме динамики планетарных туманностей, занимался разработкой теории их форм и строения. Результаты работ были обобщены в двух его монографиях, одна из которых («Планетарные туманности») была переведена и издана в США.
В шестидесятые годы стал заниматься вспыхивающими звездами. Разработал детальную теорию вспышки холодных карликовых звезд, ныне известную как «гипотеза быстрых электронов». Эти результаты обобщены в его монографии «Вспыхивающие звезды».
Последние 15 лет Г. А. Гурзадян занимается внеатмосферной астрономией и космическим астрономическим приборостроением. Он — научный руководитель экспериментов на орбитальных обсерваториях «Орион-1» (работала на станции «Салют-1»; с ее помощью были получены первые в нашей стране ультрафиолетовые спектрограммы звезд) и «Орион-2» (работала на космическом корабле «Союз-13»; на ней были получены ультрафиолетовые спектрограммы многих тысяч слабых звезд до 13-й величины).
Им опубликовано более 150 работ.



ГРИГОР АРАМОВИЧ ГУРЗАДЯН

На орбите ультрафиолетовые обсерватории

Вынос астрономического телескопа в космическое пространство — событие эпохальное, сравнимое по своей значимости разве только с открытием самого телескопа. Становление новой науки — внеатмосферной астрономии — процесс необратимый, ибо в ней будущее астрономии, одной из фундаментальных наук, сыгравшей огромную роль в жизни человечества.

Главная задача астрономов сейчас — повышение эффективности телескопов. До сих пор этого добивались прежде всего увеличением диаметра зеркал. Таким путем дошли до 5—6-метровых размеров зеркал самых крупных телескопов мира. Это считается одновременно пределом конструкторских возможностей; дальнейшее увеличение диаметра зеркала, невероятно осложнив как его изготовление, так и создание самого телескопа, лишь немногим увеличит его проницаемость.

Однако имеется очень важный и пока что не полностью используемый резерв, а именно резкое повышение точности изготовления рабочей поверхности зеркала, доведение ее до теоретического предела возможностей, определяемого критерием Рэлея *(Rayleigh)*. В этом случае разрешающая способность зеркала составит доли секунды дуги. Современная оптическая промышленность в состоянии обеспечить создание астрономических зеркал диаметром в один метр и больше с такой точностью. Весь вопрос заключается в том, что эта точность не будет использована из-за атмосферной турбуленции. Величина размазывания изображения, вызванного атмосферной турбуленцией (мерцанием), составляет несколько секунд дуги даже в самых лучших с точки зрения астроклимата местах. Это по крайней мере в 10 раз больше того, что может дать телескоп, зеркало которого изготовлено с точностью, близкой к теоретическому пределу.

Остается один выход: вынос телескопа за пределы земной атмосферы. Расчеты показывают, что в этом случае эффективность телескопа повышается по крайней мере в 100 раз, то есть на 5 звездных величин*. Это значит, что, вообще говоря, можно надеяться на регистрацию объектов с блеском до 28—30 величины — крайне слабых звезд и отдаленных галактик.

Вывод сверхточного телескопа с диаметром в 2—3 м в космическое пространство следует считать наиболее действенным средством резкого расширения границ нашего проникновения во Вселенную.

Но это еще не все. Другая, не менее важная забота астрофизиков — расширение диапазона астрофизических наблюдений прежде всего проникновением в область ультрафиолетовых и рентгеновских лучей. Между тем земная атмосфера — полностью непрозрачная для этих лучей. Для их улавливания опять-таки нужно вывести соответствующую аппаратуру — коротковолновые телескопы и приемники рентгеновских лучей — за пределы земной атмосферы.

Собственно говоря, все достижения астрофизиков за недолгий период внеатмосферных экспериментов относятся пока только ко второй

---

* Блеск звезд численно измеряется в звездных величинах *m*, причем чем больше *m*, тем слабее звезда. Например, Капелла и Вега суть звезды почти нулевой величины, Антарес и Бетельгейзе — первой, звезды «ковша» Большой Медведицы — второй и т. д. Звезда пятой величины (еле уловимая глазом человека) слабее звезды нулевой величины в 100 раз, десятой величины — слабее нулевой в 10 000 раз. Блеск звезд ярче нулевой величины обозначается отрицательным числом; их всего две по всему небу — Сириус ($m = -1{,}45$) и Канопус ($m = -0{,}73$). По этой шкале видимая звездная величина Солнца равна — 26,7.

задаче — регистрации ультафиолетового излучения и рентгеновских лучей от небесных тел. Первая задача — резкое повышение эффективности телескопов и регистрация в результате этого объектов, слабее тех, которые регистрируются в наземных условиях, — куда сложнее и ее решение требует основательной подготовки, большего времени и куда бо́льших затрат.

Зачем нужно вести наблюдения в ультафиолетовых и рентгеновских лучах? Вопрос может показаться излишним, поскольку любой ответ на него может выглядеть тривиальным. Тем не менее мы постараемся на нескольких примерах показать поистине фундаментальное значение расширения диапазона наблюдений электромагнитных колебаний для астрофизики, а на самом деле — внеатмосферной астрономии для всей науки.

Здесь прежде всего надо вспомнить одну истину, ставшую чуть ли не хрестоматийной: крупнейшие открытия в астрономии были сделаны не в результате поисков, предпринятых на основе каких-то предсказаний или догадок, а просто благодаря тому, что наблюдения стали вестись методами и средствами, всегда чем-то отличавшимися от методов и средств предшествующих этапов. Поэтому телескоп, который сумеет зафиксировать объекты на небе с блеском 28—30^m, и астрофизические обсерватории за пределами земной атмосферы, которые смогут регистрировать ультрафиолетовые и рентгеновские лучи, уже сами по себе создадут огромный скачок в наблюдательных возможностях, что не может не привести к фундаментальным открытиям.

Уже сейчас астрофизики и физики стоят перед таким многозначительным фактом: в энергетическом балансе Вселенной на собственно оптическое излучение приходится ничтожная доля, основную же роль в этом балансе играют ультрафиолетовое, рентгеновское и гамма-излучения, а также элементарные частицы и космические лучи. Между тем все наши умозаключения о строении и развитии Вселенной до недавнего времени еще зиждились на той, по сути дела, скудной информации, которую мы черпали средствами только наземной астрономии, то есть в оптических лучах. Односторонность такого подхода очевидна прежде всего с философской точки зрения.

Высокотемпературные звезды должны быть очень мощными источниками ультрафиолетового излучения, а холодные — нет. Это вещь вполне понятная в рамках обычных «тепловых» представлений о выделении энергии. Вместе с тем, когда мы переходим в область очень коротких волн, качественные отличия между отдельными звездами становятся все меньшими. Получается, что в диапазоне очень коротких волн и рентгеновских лучей понятие температуры звезды начинает терять свой физический смысл. Происходит это потому, что в области гамма-, рентгеновских и отчасти ультрафиолетовых лучей преобладающую роль начинают играть процессы, которые мы, астрофизики, называем «нетепловыми» и которые не вызываются эффектом температуры. Такие процессы связаны с ядерными превращениями, взаимодействиями высокоэнергетических элементарных частиц, вмешательством сильных магнитных полей и пр.

Регистрируемые нами гамма- или рентгеновские лучи первичны, и они дают нам информацию именно о первичных процессах или явлениях, ибо никогда нельзя получить, скажем, один рентгеновский фотон путем слияния тысячи оптических фотонов, а рентгеновский фотон рано или поздно раздробится на тысячи оптических фотонов. Но оптический фотон может испускать и тлеющий факел. Отличать оптический фотон, прапрадедами которого когда-то были рентгеновские фотоны, от оптического фотона, только что выскочившего из факела, мы не умеем. Поэтому одними наблюдениями в оптическом диапазоне мы никогда не дойдем до выявления источников, порождающих жесткие фотоны — рентгеновские лучи.

Это еще один пример того, зачем нужна внеатмосферная астрономия.

Мы здесь не собираемся представлять обзор, даже беглый, наиболее важных достижений в области внеатмосферной астрономии. Их более или менее обстоятельное изложение может составить содержание целой серии книг и монографий. Следует особо выделить тот большой вклад, который был внесен за прошедший период становления внеатмосферной астрономии орбитальными обсерваториями (американские «ОАО-II», «Ухуру», «Коперник», обсерватории на «Скайлэбе», советские обсерватории на станциях «Салют-1» и «Салют-4», на корабле «Союз-13», голландские «*S*-59» и «*ANS*», английская «Ариэль-V», англо-бельгийская «S2/68»), в том числе большим количеством солнечных обсерваторий, а также многочисленными ракетными и баллонными запусками. Здесь мы остановимся главным образом на тех результатах, которые получены с помощью советской орбитальной обсерватории «Орион-2», поставив целью проиллюстрировать на этом примере, на что способна внеатмосферная астрономия. Мы увидим также, что «Орион-2» не только решает, но и ставит перед нами — и перед наземной астрономией также — новые проблемы, для решения которых потребуются, очевидно, новые «Орионы» — новые и еще более мощные космические обсерватории.

Обсерватория «Орион-2»

В ясный солнечный день 18 декабря 1973 г. в 14 часов 55 минут по московскому времени с космодрома Байконур был дан старт космическому кораблю «Союз-13», пилотируемому командиром корабля Петром Климуком и бортинженером

Валентином Лебедевым. Внешне этот корабль (рис. 1) заметно отличался от своих предшественников — на самом верху стоял настоящий астрономический купол с обсерваторией «Орион-2» (рис. 2) внутри него.

Полет «Союза-13» имел единую целевую программу: получение ультрафиолетовых спектральных снимков для большого числа слабых звезд с помощью широкопольного менискового телескопа с объективной призмой обсерватории «Орион-2». Эта программа была выполнена успешно.

В результате восьмисуточного пребывания обсерватории «Орион-2» за пределами земной атмосферы в руках астрофизиков оказались спектрограммы, зафиксированные на широкой фотографической пленке, многих тысяч звезд до 13-й величины — предел, который даже сейчас, спустя пять лет, остается непревзойденным. Обилие наблюдательного материала в количественном отношении, его высокая однородность и разнообразие с точки зрения широты охвата задач позволили астрофизикам Гарнийской лаборатории космической астрономии (Армянская ССР) за короткое время представить научному миру первые результаты по обработке этого интереснейшего материала. Эти результаты охватывают самые различные аспекты физики звезд (фотосферы горячих звезд, хромосферы холодных звезд, особенности распределения энергии в спектрах звезд в ультрафиолетовом диапазоне), планетарных туманностей и межзвездной среды, детектирование странных типов звезд, обнаружение непонятной группировки горячих звезд, спектральную классификацию звезд и т. д. и т. п. Не случайно НАСА в своем официальном докладе, опубликованном в 1977 г., расценивает «Орион-2» как «...поворотный этап в советской космической астрономии».

По первоначальному замыслу спектрограммы «Ориона-2» должны были использоваться главным образом для изучения непрерывных спектров звезд в ультрафиолетовом диапазоне. Однако качество спектрограмм оказалось таким хорошим, что в некоторых случаях удалось использовать и отдельные спектральные линии.

Сама обсерватория «Орион-2» представляла собой определенный интерес и с инженерной точки зрения. Все оптические системы телескопа, в том числе зеркала, были выполнены из плавленого кварца. Диаметр входного отверстия телескопа составлял 240 мм, фокусное расстояние — 1000 мм, диаметр поля зрения — 5°, основной рабочий диапазон — 2000—3000 А.

Перед выводом обсерватории «Орион-2» на орбиту ее менисковый телескоп был энергетически откалиброван на ускорителе Ереванского физического института с помощью так называемого синхротронного излучения — излучения, которое возникает при движении электронов

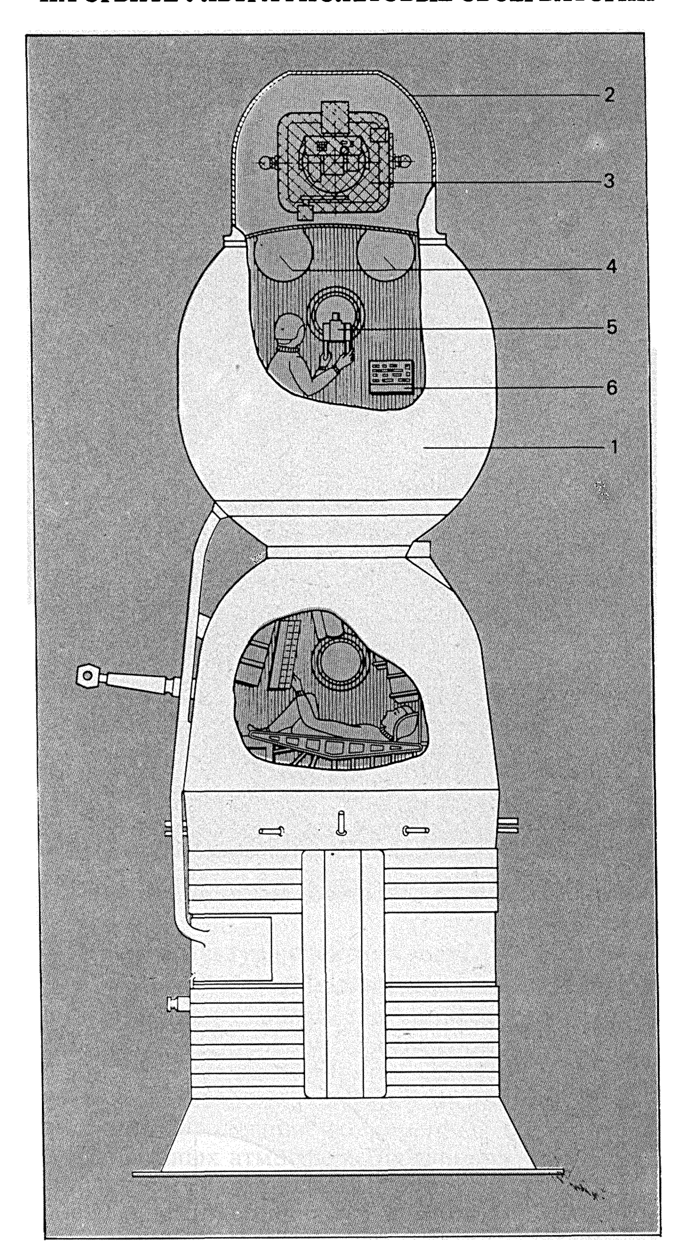


Рис. 1. Орбитальная обсерватория «Орион-2» на космическом корабле «Союз-13». 1 — **орбитальный отсек корабля;** 2 — **купол обсерватории;** 3 — **обсерватория «Орион-2»;** 4 — **шлюзовые камеры для транспортировки фотокассет;** 5 — **визирная система;** 6 — **пульт управления дистанционной работой обсерватории**

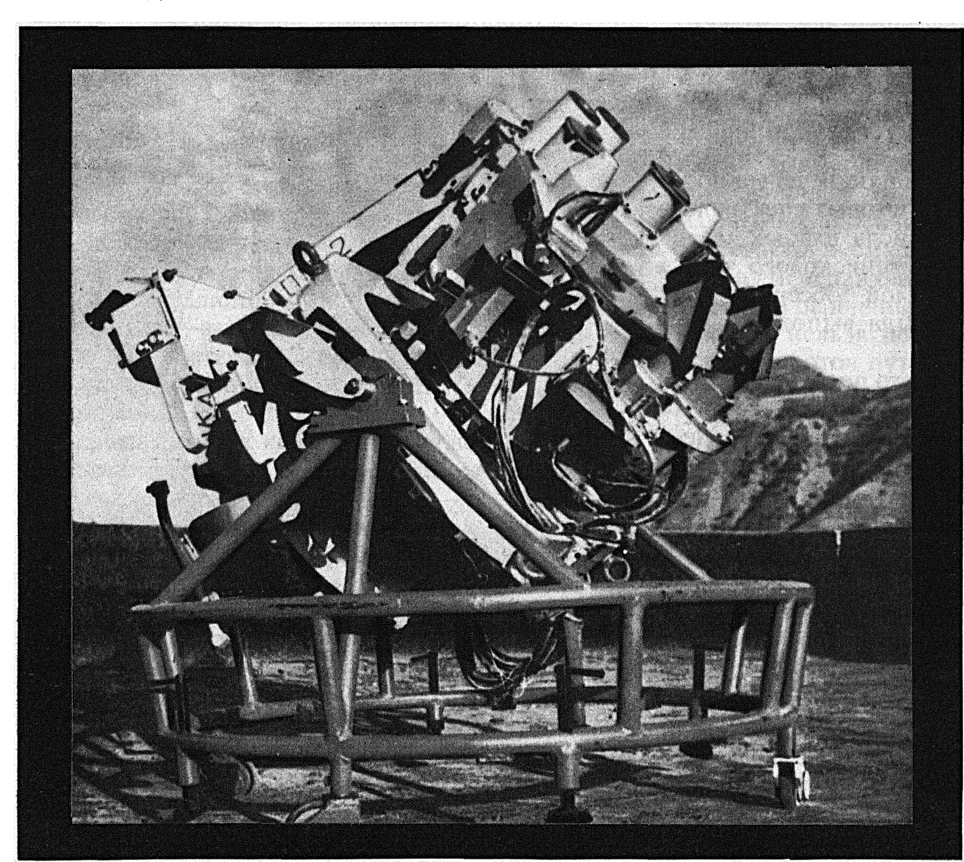


Рис. 2. Общий вид космической обсерватории «Орион-2» после последних наземных испытаний в Гарнийской лаборатории космической астрономии и перед отправкой на космодром

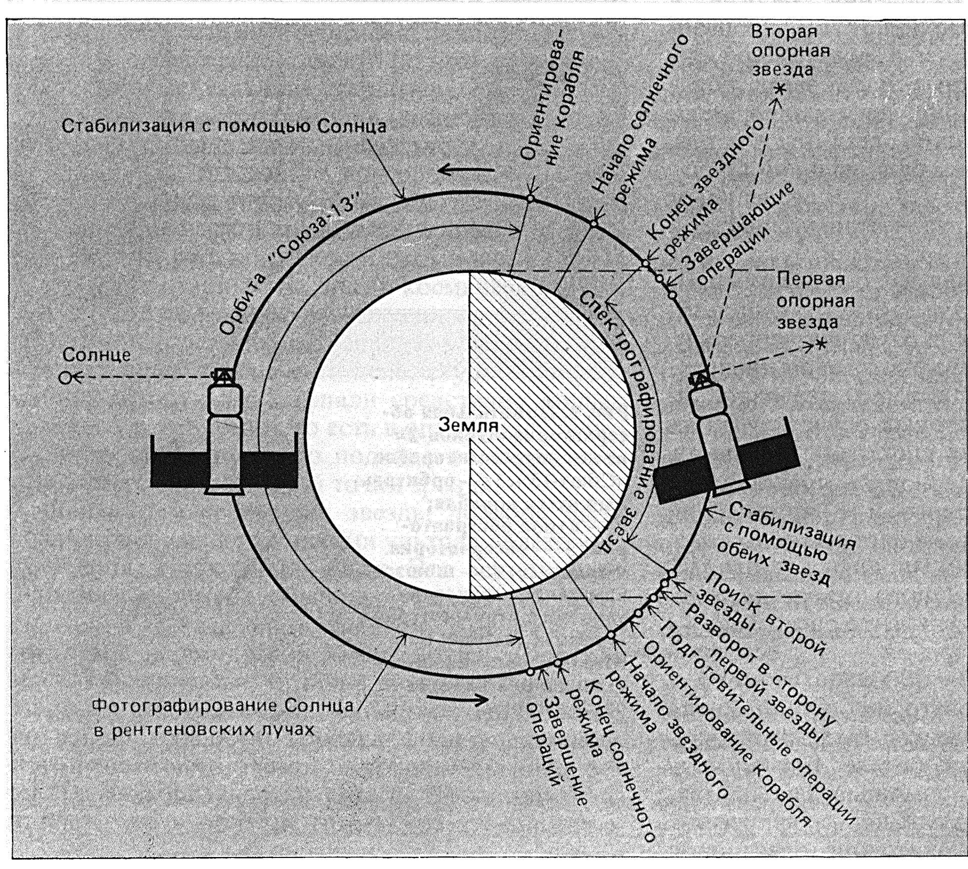


Рис. 3. Схема, иллюстрирующая функционирование обсерватории «Орион-2» на орбите при выполнении программы наблюдений звезд и Солнца

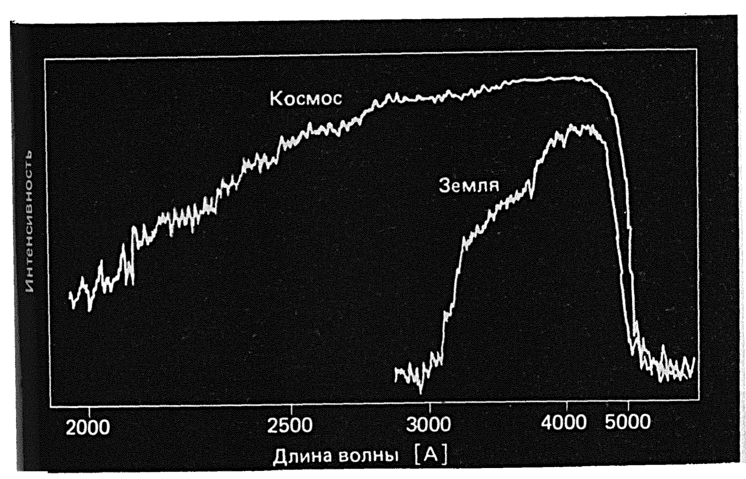


Рис. 4. Запись спектров звезд класса A0, полученных «Орионом-2» на Земле и в космосе. Коротковолновая граница спектра определяется в первом случае прозрачностью земной атмосферы (до 3200 A), во втором случае — пропусканием кварцевой оптики телескопа (до 2000 A)

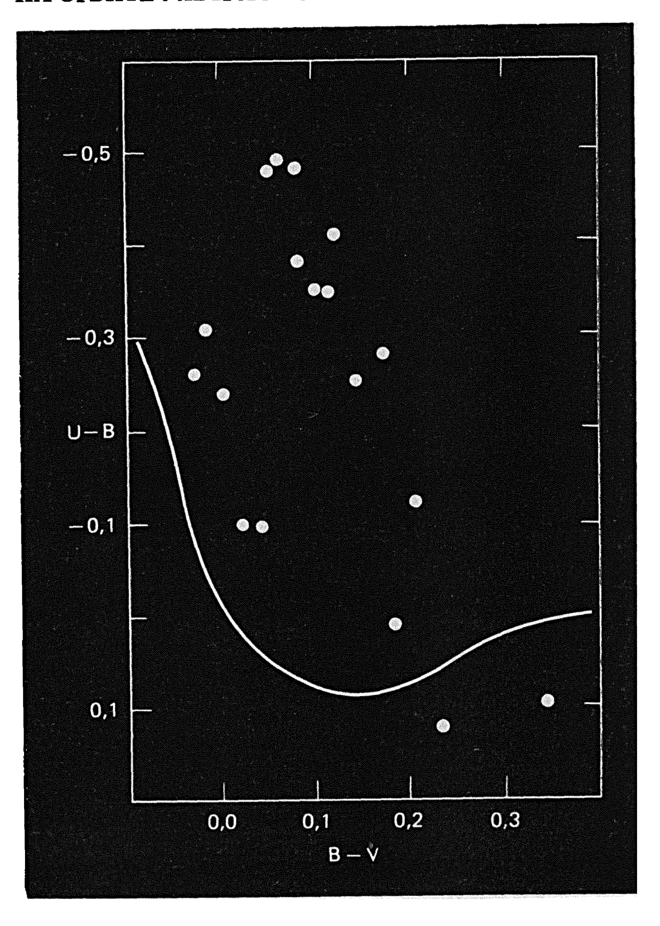


Рис. 5. Графическая зависимость показателя цвета U—B от B—V (в звездных величинах) для «ультрафиолетовых» звезд группировки в Возничем (точки). Почти все звезды оказались выше главной последовательности (сплошная линия), что свидетельствует о наличии дополнительного излучения в ультрафиолетовом диапазоне

высокой энергии по окружности внутри кольцеобразного электронного ускорителя.

На «Орионе-2» была реализована трехосная стабилизация телескопической платформы с использованием двух опорных звезд на небе, одна из которых всегда оказывалась в центре исследуемой области. При этом сам корабль был сориентирован относительно выбранного участка неба с точностью нескольких градусов и поддерживался в режиме медленной качки. Не проста была и сама подготовка к проведению наблюдений; этому предшествовал ряд операций, выполнявшихся на разных фазах полета (рис. 3).

Следует отметить, что выбранный нами принцип работы обсерватории на орбите с космонавтами полностью оправдал себя и может быть применен в дальнейшем при разработке новых космических обсерваторий.

Для сущей наглядности того выигрыша, который мы получаем в результате вывода телескопа за пределы земной атмосферы, создателям «Ориона-2» было трудно устоять перед искушением проделать следующий эксперимент. На Земле с помощью «Ориона-2» был получен спектр звезды класса A0, а позднее, в космосе, был сфотографирован спектр звезды того же класса и блеска. Земной спектр резко обрывается на длине волны 3200 A, в то время как «космический» простирается до 2000 A в ультрафиолетовой области (рис. 4).

Макроструктура спектров звезд в ультрафиолетовом диапазоне

Приступая к обработке «орионовских» спектрограмм, мы первым делом решили проверить, в какой степени истинное излучение звезд в ультрафиолетовом диапазоне соответствует вычисленному на основе современных теорий строения звездных атмосфер. Выяснилось, например, что для многих горячих звезд спектральных классов B и A*, рассеянных в созвездиях Возничего, Парусов, Кассиопеи, Тельца и других, найденный из наблюдений закон распределения энергии в ультрафиолетовой области действительно согласуется с теоретически ожидаемым распределением.

Наряду с этим было обнаружено резкое отклонение наблюдаемого излучения от расчетного в определенных областях спектра. Тут нас встретила первая неожиданность.

Было известно, что в результате блокировки линиями поглощения возникает провал (депрес-

---

* Спектральный класс — обозначают его условно заглавными буквами — O, B, A, F и т. д., а спектральные подклассы — цифрами к ним (например, B0, B1, B2 и т. д. до B9), — характеризует в основном температуры звезд. Так, спектральным классам O5, B0, B5, A0, A5, F0; G0, K0, M0 соответствуют температуры: 45 000°, 30 000°, 15 600°, 10 000°, 8500°, 7000°, 6000°, 5200°, 3800°.

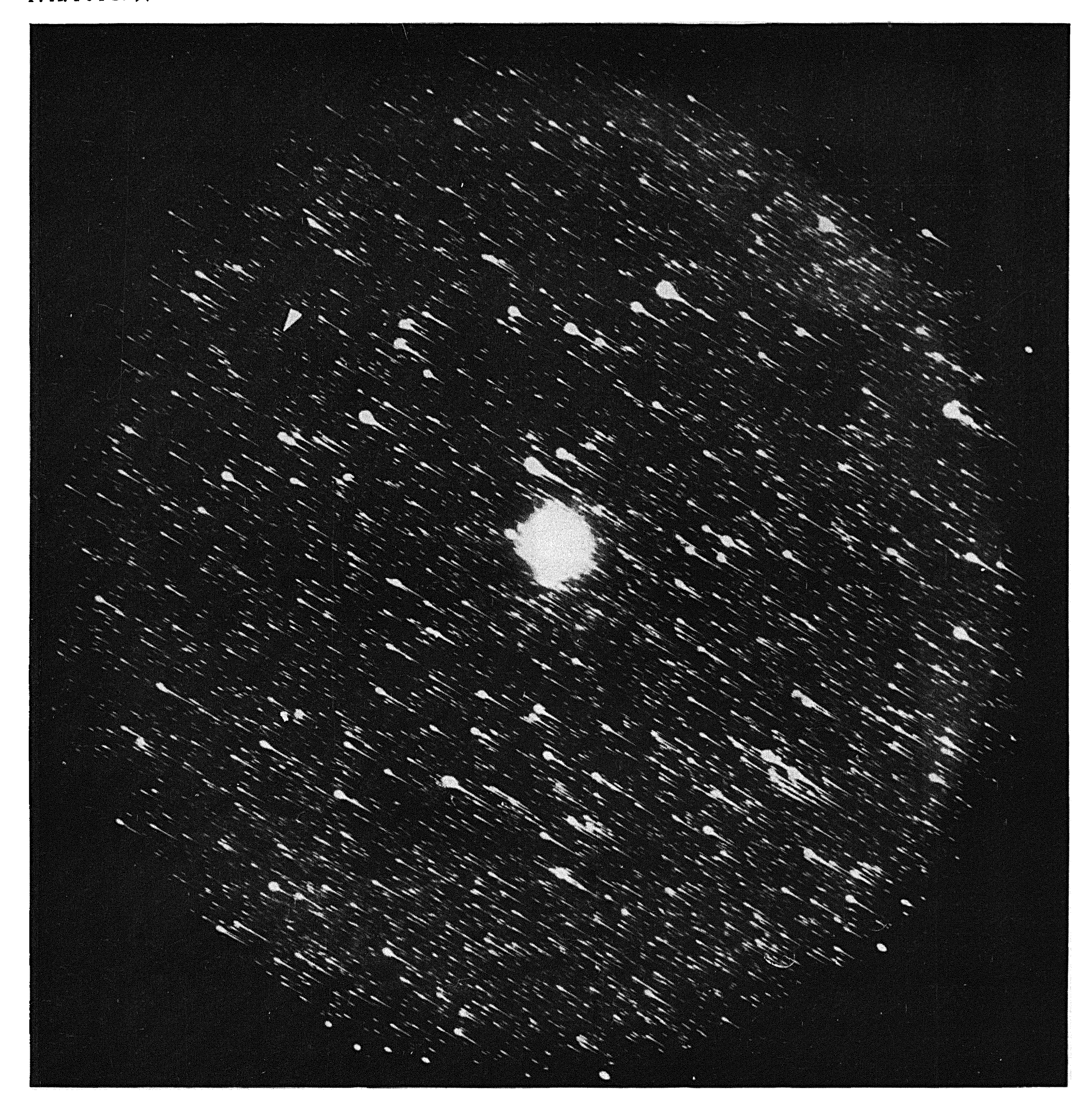


Рис. 6. Звездное поле вокруг Капеллы (звезда в центре), сфотографированное в ультрафиолетовых лучах (экспозиция 18 минут) на высоте 250 км над поверхностью Земли с помощью менискового телескопа и объективной призмы обсерватории «Орион-2» (на космическом корабле «Союз-13»). Каждая звезда превратилась в изображение коротенькой спектрограммы, яркой в ее длинноволновом конце. Коротковолновая граница отдельных звезд простирается до 2000 А. Горячие звезды выделяются своими длинными ультрафиолетовыми «хвостами». Стрелкой указано местоположение звезды № 1. Диаметр поля зрения — 5°

сия) в непрерывных спектрах звезд, достигающий значительных величин в особенности в ультрафиолетовой области. Когда мы пытались проследить этот эффект у звезд разных спектральных классов, то в согласии с предсказанием оказалось, что указанная депрессия не очень сильна у звезд ранних (т. е. с меньшими цифровыми показателями) подклассов B, затем усиливается по мере перехода к поздним подклассам, достигая значительных величин у средних подклассов A. Однако когда мы стали группировать звезды по определенным подклассам, скажем, A0 или A2, то обнаружили очень большую разницу в струк-

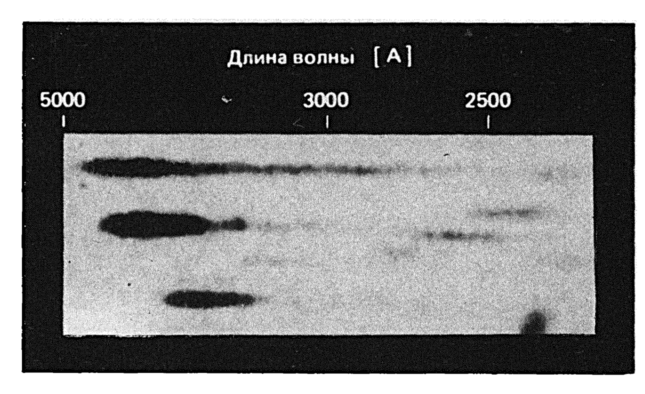


Рис. 7. Спектрограммы трех звезд почти одинакового блеска в визуальных лучах. Две нижние из них принадлежат поздним классам; верхняя — «странная» звезда № 1, у нее сильное ультрафиолетовое излучение простирается до 2500 А

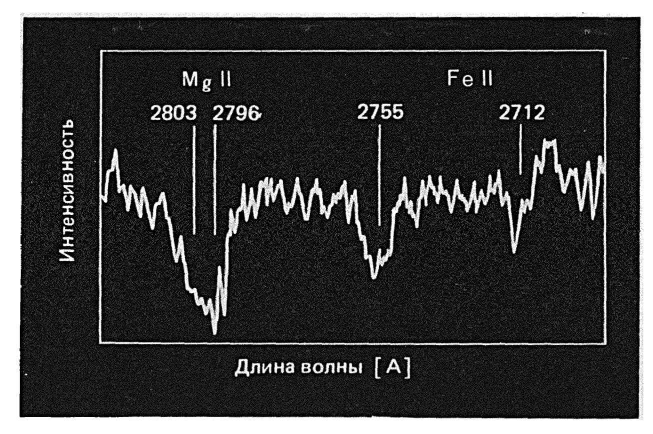


Рис. 8. Фрагмент электрофотометрической записи ультрафиолетовой спектрограммы Веги, полученной с помощью первой советской орбитальной астрофизической обсерватории «Орион-1». Видны линии поглощения на 2803 А и 2796 А ионизованного магния, а также две линии ионизованного железа

туре спектра в заданном интервале длин волн (макроструктуре) внутри данной группы. Во всяком случае макроструктура спектра в ультрафиолетовой части при этом оказалась настолько разнообразной, что, судя по данному куску спектра в этой области, порою никак нельзя было догадаться о принадлежности двух разных звезд к одному и тому же подклассу. Мы даже стали думать о введении нового индекса к обычному обозначению спектрального класса для того, чтобы охарактеризовать макроструктуру спектра в ультрафиолетовой части. Вероятно, в будущем такая «реформа» в существующей системе спектральной классификации станет неизбежной.

Вначале это явление нам представлялось совершенно непонятным. Было ясно, что тут имеет место какой-то новый, доселе неизвестный источник поглощения, действующий, однако, избирательно — у одних звезд сильно, у других (того же класса) — не очень. Но где, в какой среде — в фотосфере звезды или в межзвездной среде? Последняя исключается хотя бы по той простой причине, что значительные различия в макроструктуре спектров в ультрафиолетовой области обнаруживаются также между двумя звездами одного и того же подкласса, находящимися совсем недалеко от нас. Были сделаны самые фантастические предположения. Хотя и сейчас нет окончательного ответа на этот вопрос, но похоже, что мы стоим на пороге интересного открытия.

Группировка «ультрафиолетовых» звезд в Возничем

При просмотре «орионовских» материалов нами была обнаружена, недалеко от Капеллы, группа из 16, а немногим позднее из более чем двадцати так называемых «ультрафиолетовых» звезд 10—11-й величины, рассеянных на участке неба площадью примерно 0,5 квадратного градуса. Под «ультрафиолетовыми» мы подразумеваем звезды, обладающие довольно сильным непрерывным спектром в области длин волн по крайней мере до 2500 А. Спектральные классы этих звезд нам неизвестны. Неизвестны также расстояния до них. Однако общий вид их спектров свидетельствует о том, что они похожи друг на друга. Имеются веские аргументы в пользу того, что эффективные температуры этих звезд выше 20 000 К и, стало быть, все они суть звезды ранних спектральных классов. Вместе с тем эти звезды, по всей вероятности, не представляют собой типичных горячих гигантов с абсолютной светимостью — 3^m или — 4^m *, так как в этом случае расстояния до них дойдут до 5—10 кпс, что маловероятно, если иметь в виду, что указанная группа звезд находится в противоположном направлении от центра Галактики (в ее антицентре). Создается впечатление, что абсолютная светимость этих звезд больше нуля, то есть положительна.

По существу, загадка здесь не одна, а две. Первая заключается в том, что эти звезды высокотемпературные и одновременно с низкой светимостью. Вторая — что сама группировка не то скопление, не то ассоциация.

Нам не известны горячие звезды с такой низкой светимостью. Эти звезды не имеют также отношения к объектам Хьюмасона—Цвикки (*Humason — Zwicky*) — высокогалактическим голубым звездам ранних классов. Поэтому природа рассмотренной группировки нам представляется неясной. Если это звездная ассоциация нового типа, а именно ассоциация из горячих звезд

---

* Абсолютной светимостью (М) называется звездная величина, которую имела бы звезда, если ее мысленно поставить на расстояние 10 пс. Звезды с отрицательным знаком *М* абсолютно гораздо ярче звезд с положительным знаком *М*. Для сверхгигантов *М* равно −8, а для самых холодных и крошечных звезд в Галактике — +20.

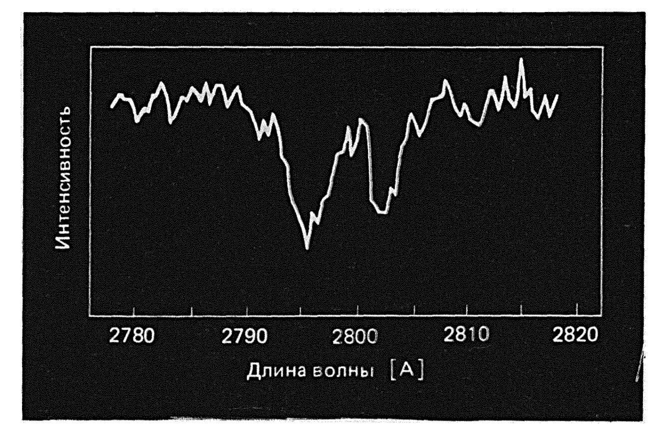


Рис. Профили линий 2796 MgII **и 2803** MgII **в спектре β Возничего (нормальной звезды класса A2), зарегистрированные с разрешением 1,8 A дифракционным спектрометром нидерландской орбитальной обсерватории «*S*-59»**

Рис. 10. Фрагменты микрофотометрических записей спектров шести звезд классов B_3 — F_0**, иллюстрирующие зависимость провала (депрессии — отмечена штриховкой) непрерывного спектра на 2800 A от спектрального класса. Все спектрограммы получены с помощью «Ориона-2»**

низкой светимости (ассоциация субкарликов?), то такое предположение требует серьезного обоснования.

Перечисленных фактов, по-видимому, достаточно для того, чтобы рассмотренная группировка звезд привлекла к себе внимание. Ясно, что вопрос этот нуждается в специальном рассмотрении, в частности с привлечением средств наземной астрономии.

Вскоре после публикации нашей статьи об этой группировке горячих звезд в Возничем трое американских астрофизиков из обсерватории Дайер *(Dayer)* предприняли специальные высокоточные электрофотометрические измерения этих 16 звезд, в частности, в широко применяемой в астрофизике колориметрической системе *UBV**. В результате они нашли показатели цвета этих звезд, которые и были ими использованы для построения разного рода корреляционных диаграмм. Одна из них, график зависимости *U* — *B* от *B* — *V*, показана на рис. 5. Как мы видим, почти все звезды оказались выше главной последовательности, то есть имеют значительный избыток излучения в ультрафиолетовой области

* Показатель цвета представляет собой разность (в звездных величинах) между значениями блеска в двух условно взятых областях (диапазонах) спектра. Показатель цвета характеризует распределение энергии в непрерывном спектре звезды, в конечном счете ее температуру. Существуют разные системы показателей цвета. В одной из них, обозначенной *UBV*, центры диапазонов на спектре соответствуют длинам волн: 3600 A (*U*), 4400 A (*B*) и 5500 A (*V*).

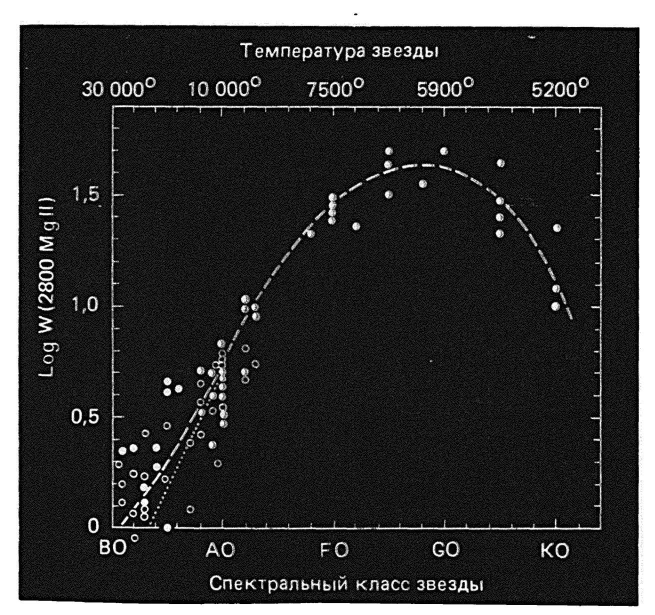


Рис. 11. Эмпирически зависимость (штриховая линия) логарифма эквивалентной ширины *W*(2800 MgII) (*W* берется в ангстремах) резонансного дублета ионизованного магния от спектрального класса звезды, построенная по данным «Ориона-2» (точки) и «*S*-59» (кружки). Точечной линией показана теоретическая зависимость для звезд классов B3—A0 при величине содержания (по сравнению с содержанием водорода) магния в их фотосферах, равной $3 \cdot 10^{-5}$

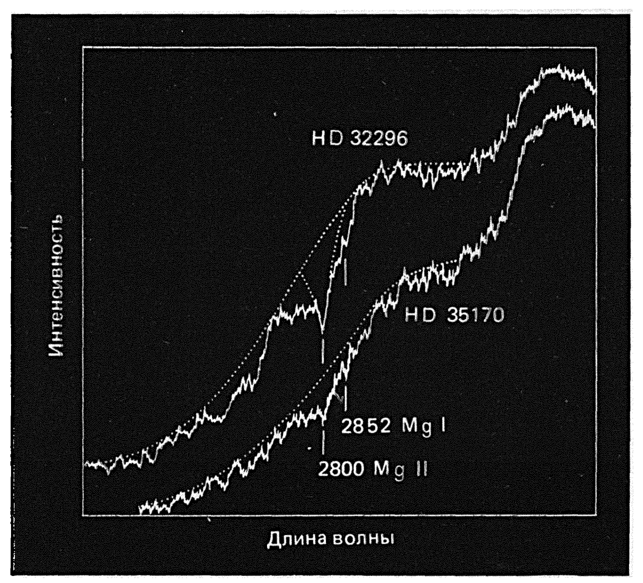


Рис. 12. Микрофотометрические записи спектрограмм двух звезд класса A2: аномальной — HD32296 и нормальной — HD35170. В случае первой — «магниевой» — звезды видны необычайно сильный дублет ионизованного магния 2800 MgII и линия нейтрального магния 2852 MgI. Обе спектрограммы получены с помощью «Ориона-2»

(в данном случае в *U*-лучах)*. Авторы не пытаются оценить по этим данным спектральные классы измеренных звезд. Ясно одно: после внесения поправки на влияние межзвездного поглощения, эти звезды окажутся принадлежащими к еще более ранним классам. Этим по существу подтверждается сделанный нами ранее вывод о необычности звезд группировки в Возничем.

Проблема теперь стала еще острее. При таких условиях знание абсолютных светимостей звезд становится задачей первоочередной. Решающее значение будет иметь также получение с помощью крупных телескопов более подробных спектрограмм хотя бы для некоторых из этих звезд.

Странная звезда

Уже во время первых просмотров спектральных снимков «Ориона-2» о своем существовании «заявила» одна сравнительно слабая звезда, не зафиксированная в каталогах. В нашем списке она обозначена как звезда № 1 (рис. 6). Позднее был определен ее блеск; он оказался равным $12{,}6^m$ в синих лучах. Находится эта звезда недалеко от Капеллы. Несмотря на слабость звезды, коротковолновая граница ее спектра простирается до 2500 А (рис. 7), что уже свидетельствует о высокой температуре излучения. Действительно, измерение ее непрерывного спектра показало температуру не менее 20 000 К даже без внесения поправки на влияние межзвездного поглощения. Учет этого поглощения, даже в малейшей степени, приводит к сильному повышению ее эффективной температуры — до 50 000 К и выше. Вместе с тем она не может быть обычным горячим гигантом, иначе звезда, будучи сильно удаленной от нас и расположенной почти в направлении антицентра Галактики, окажется за ее пределами. Подобные соображения приводят к заключению, что абсолютная светимость этой звезды должна быть положительной, возможно даже больше $+2^m$, то есть она по крайней мере в 100 раз слабее обычной звезды той же температуры! Но это еще не все.

Как-то странно выглядит сама структура коротковолновой спектрограммы этой звезды. Ее микрофотометрическая запись вроде испещрена эмиссионными линиями (т. е. линиями излучения), среди которых выделяются более или менее уверенно линии 2800 MgII (см. ниже), но есть основания усомниться в их реальности. Долго мы сидели над этой записью — мой учитель, вдохновитель и убежденный поборник всех

* О главной последовательности см. статьи Т. Л. Эванса («Наука и человечество. 1976») и Л. Розино («Наука и человечество. 1977»). Здесь лишь стоит заметить, что на различных диаграммах (например, на диаграмме зависимости абсолютной звездной величины от спектрального класса или зависимости *U—B* от *B—V*) все нормальные звезды располагаются узкой полосой, почти линией, — это и есть главная последовательность. Если какая-нибудь звезда окажется вне этой линии («не на главной последовательности»), то это означает, что она не нормальная звезда и чем-то отличается от других.

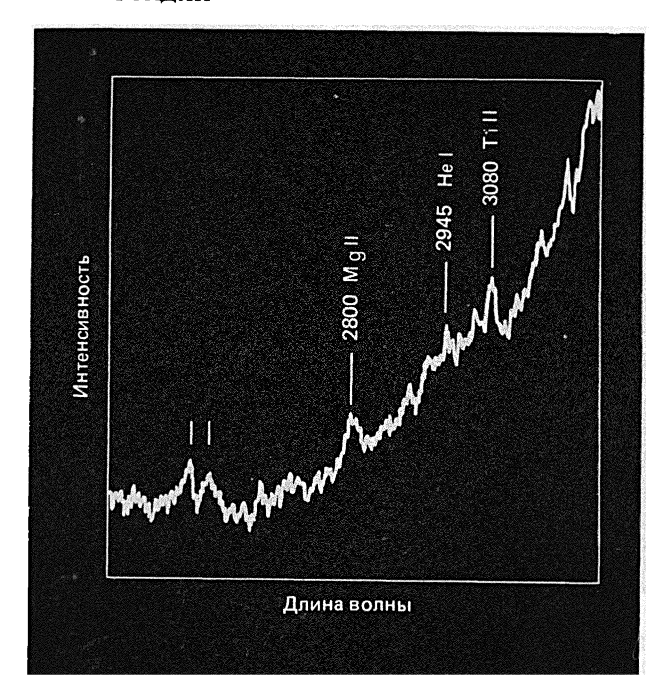


Рис. 13. Микрофотометрическая запись коротковолнового конца ультрафиолетового спектра холодной звезды — гиганта класса M3 (температура около 3000 K). Четко видна хромосферная эмиссионная линия ионизованного магния 2800 MgII, менее четко — нейтрального гелия 2945 HeI и мультиплета 3080 TiII

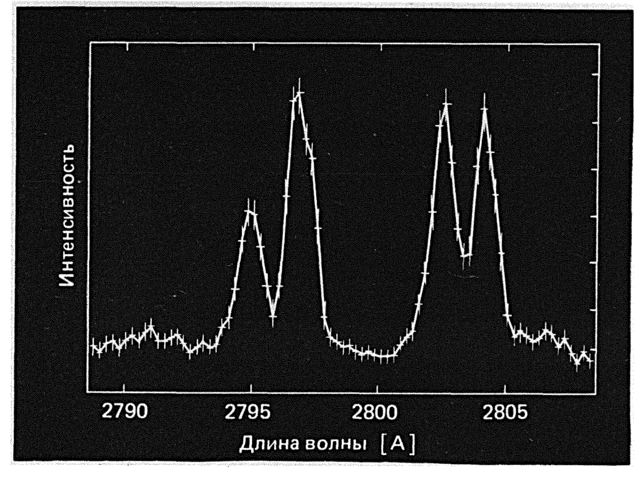


Рис. 14. Эмиссионные линии 2803 MgII и 2796 MgII, принадлежащие хромосфере самой яркой звезды в созвездии Ориона — Бетельгейзе (α Ориона) — холодного сверхгиганта класса M2. Наблюдения были произведены с помощью спектрометра высокого разрешения (0,25 A), поднятого с помощью баллона до высот 40 км

наших начинаний в области внеатмосферной астрономии, академик В. А. Амбарцумян* и я. Но расшифровать ее, разгадать природу этой звезды так и не смогли. Лишь остановились на предположении, что она, возможно, белый карлик. Но чтобы убедиться в этом, нужно хотя бы иметь ее спектрограмму в наземных условиях.

Пишу письмо известному американскому астрофизику, крупнейшему знатоку звездных спектров Хербигу *(G. H. Herbig)* с просьбой изыскать возможность получения щелевой спектрограммы этой звезды с высоким разрешением на телескопе с 3-метровым зеркалом Ликской обсерватории. Вскоре получаю следующий ответ:

«Я получил две щелевые спектрограммы Вашей звезды № 1 в области длин волн 5800—6800 A с дисперсией 33 A/мм. Первая из этих спектрограмм была сфотографирована 13 марта 1976 г., вторая — 22 февраля 1978 г., после получения Вашего письма. На обеих спектрограммах видна широкая, сильная линия поглощения Hα, хотя эта линия могла быть и 6560 HeII; не имея данных о радиальной скорости звезды или о присутствии линии 5411 HeII, нельзя быть уверенным в этом. Вероятно, присутствует также слабая линия 5875 HeI. Межзвездные линии NaI — довольно сильные, присутствуют также межзвездные полосы 5780, 5797, 6203, 6283, 6613, так что эта звезда испытывала значительное межзвездное поглощение и не может быть близким белым карликом».

Все! Звезда № 1 — не белый карлик! Догадка, казавшаяся нам наиболее вероятной, не подтвердилась! Но тогда что она — эта звезда? Ответа нет. Даже Хербиг воздерживается от окончательного высказывания о ее спектральном классе! Метод исключения (не белый карлик!) не приблизил нас к разгадке.

Ясно одно: если звезда испытывала значительное межзвездное поглощение и, несмотря на это, ее наблюдаемый спектр в ультрафиолетовой области довольно силен, то реальное распределение энергии в этом спектре может соответствовать эффективной температуре порядка 100 000 K и даже выше.

Но звезда ли это? И вообще, достаточно ли у нас оснований считать объект № 1 галактическим? На картах Маунт-Паломарской обсерватории этот объект выглядит вроде звездообразным. Стало быть, внегалактически-звездообразный? Круг поисков расширяется. Если дать волю фантазии, то предположение, что этот объект может оказаться квазаром, не должно казаться таким уж невероятным. Только этот квазар должен обладать необычными свойствами: он должен находиться недалеко от нас, его абсолютная светимость должна быть порядка — 20^m, на 4—5^m слабее светимости обычных квазаров. Короче говоря, в данном случае речь может идти о карликовом квазаре. Очевидно, если карликовые квазары реально существуют, то их нельзя будет обнару-

* В ежегоднике «Наука и человечество. 1965» помещена статья В. А. Амбарцумяна «Об эволюции галактик», а в ежегоднике «Наука и человечество. 1969» — «О ядрах галактик». — Ред.

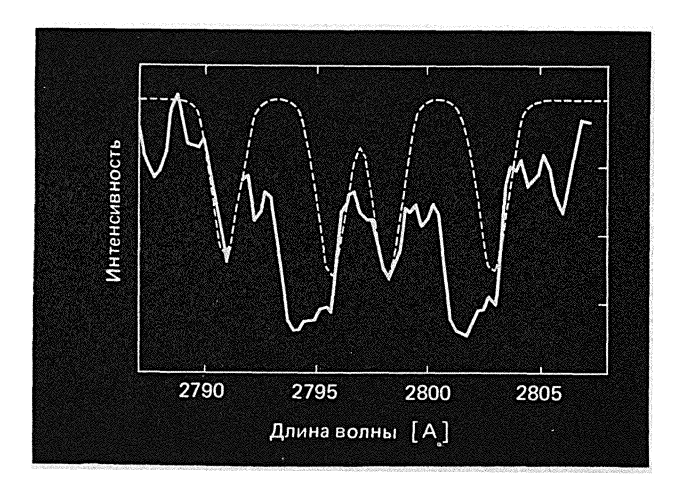


Рис. 15. Структура спектра самой яркой звезды-сверхгиганта в созвездии Лебедя — Денеб (α Лебедя, A2) в области дублета 2800 MgII в поглощении. Сплошная линия — наблюдения, пунктирная — теоретически рассчитанный профиль для звезды класса A2. «Отсутствующее излучение» — следствие дополнительного поглощения в окружающей звезду газовой оболочке

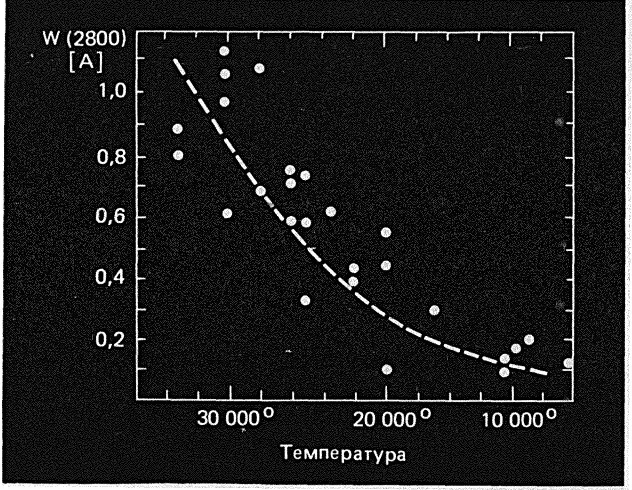


Рис. 16. Эмпирическая зависимость между эквивалентной шириной *W* (2800) межзвездной линии поглощения 2800 MgII и эффективной температурой звезды (положительная корреляция). Точки — результаты разных наблюдений

жить на больших — космологических — расстояниях и, стало быть, их следует искать вблизи нас. Задача, надо сказать, довольно заманчивая, даже если она не имеет отношения к нашему объекту № 1...

События вокруг объекта № 1 принимают драматический характер, а развязка еще не предвидится. Но она, эта развязка, должна произойти, как и у всякой драмы...

2800 MgII в астрофизике

Еще на заре космических полетов известный американский специалист по звездным спектрам Мерилл *(P. W. Merill)* предсказал громадное значение замечательных ультрафиолетовых линий 2796 MgII и 2803 MgII — дублета (пара линий) однажды ионизованного магния — при решении многих проблем астрофизики. Даже одно установление прямыми наблюдениями характера поведения этого дублета — обозначают его условно 2800 MgII — в звездных спектрах разных типов даст очень много ценного для физики звездных атмосфер.

Полученные за прошедшие двадцать лет результаты балонных, ракетных и спутниковых наблюдений дублета 2800 MgII у Солнца, звезд самых разных типов, межзвездной среды и даже туманностей оказались на редкость обильными, разнообразными и исключительно информативными. Прогноз Мерилла оправдался в полной мере. Во всяком случае не будет ничего удивительного, как нам кажется, если в ближайшие годы появится специальная книга под таким вызывающим названием «2800 MgII в астрофизике».

Чем объяснить этот исключительный интерес к дублету 2800 MgII? Причин тут несколько. Прежде всего, этот дублет — резонансный*, подобно известному дублету H и K однажды ионизованного кальция (CaII). Но по космическому распространению магний в 10—20 раз обильнее кальция. Поэтому ультрафиолетовый дублет магния будет на порядок интенсивнее линий H и K CaII. Это значит, что дублет 2800 MgII еще может быть обнаружен у звезд таких спектральных классов, для которых линии H и K CaII перестают быть видимыми. С практической точки зрения очень существенно также, что линии 2800 MgII находятся в относительно «чистой» области звездных спектров в отличие от линий H (3968 A) и K (3933 A) CaII, которые расположены в самом сгущении водородных линий, сильно затрудняющем их выделение и измерение. Особой надежностью отличаются наши сведения о 2800 MgII холодных звезд, у которых этот дублет — будь-то в виде линии поглощения или эмиссионной линии — легко обнаруживается благодаря тому, что слаб сам непрерывный спектр звезды в этой области.

Не имея возможности остановиться более или менее подробно на астрофизических проблемах, решение которых требует привлечения дублета 2800 MgII, ограничимся хотя бы беглым перечислением тех направлений, в которых уже имеются реальные результаты.

---

* Резонансной называется спектральная линия, которая возникает при соскоках электрона с самой внутренней «орбиты» на ближайшую к ней. Резонансные линии — самые сильные (интенсивные) в спектре данного атома или иона.

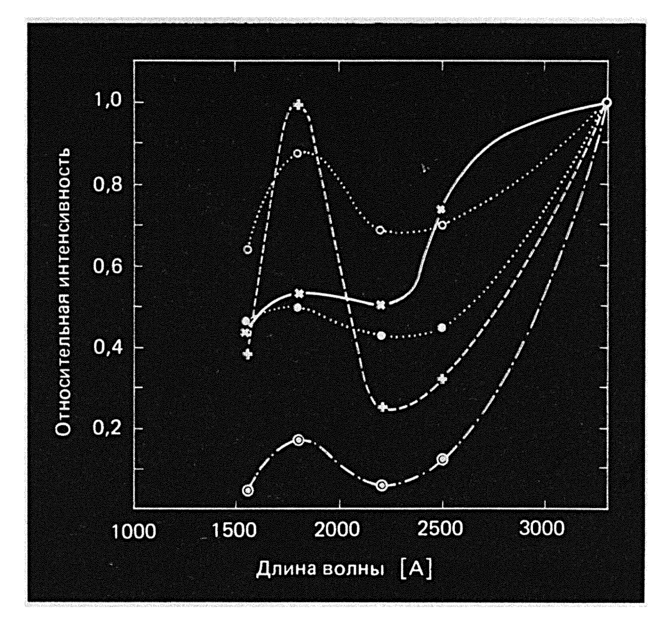


Рис. 17. Кривые относительных спектральных распределений энергии в далекой ультрафиолетовой области для звезд типа *Т* Тельца по результатам наблюдений орбитальной обсерватории «*ANS*». Нижняя кривая — для *Т* Тельца. Две точечные кривые — результаты наблюдений одной и той же звезды в созвездии Ориона с интервалом в несколько месяцев

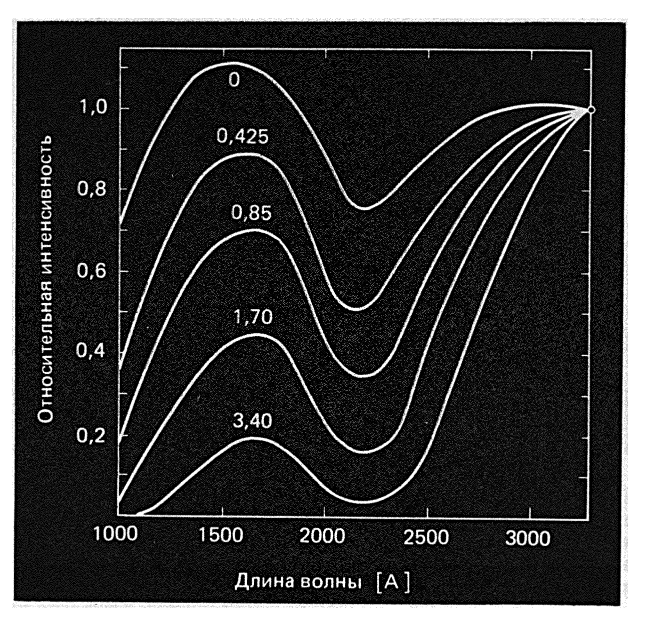


Рис. 18. Теоретические спектральные кривые для звезды типа Т Тельца в случае, когда ее излучение имеет переходное происхождение в результате электродинамического взаимодействия электронов высокой энергии (1,5 МэВ) с частицами пыли в газо-во-пылевом облаке вокруг звезды. Кривые соответствуют ряду значений межзвездного поглощения $\alpha(\lambda)$ на длине волны 3300 А — величины *а*(3300) даны на рисунке — и одному сорту частиц, характеризуемых плазменной частотой $\omega_0=10^{16}c^{-1}$. Учтено влияние самопоглощения в облаке

Линия поглощения 2800MgII в звездных спектрах

Поучительна история с прогрессом наших сведений о дублете 2800 MgII в звездных спектрах. До середины шестидесятых годов Солнце было единственной звездой (класса G2), в спектре которой были зарегистрированы очень сильные линии поглощения 2800 MgII. В 1970 г. появляется сообщение американских астрофизиков о регистрации этого дублета с помощью высотной ракеты в спектре Канопуса, звезды класса F0. Через год, в 1971 г., спектрограф с дифракционной решеткой нашей обсерватории «Орион-1» на борту орбитальной станции «Салют-1» фотографирует дублет 2800 MgII умеренной силы в спектре Веги, звезды класса А0 (см. рис. 8). Едва заметная линия 2800 MgII в спектре горячей звезды γ Кассиопеи (В0) регистрируется с помощью орбитальной обсерватории «ОАО-II». Спустя два года, в 1973 г., голландские астрофизики публикуют свои результаты по наблюдению дублета 2800 MgII в спектре 31 яркой звезды с помощью орбитальной обсерватории «*S*-59» (рис. 9). Еще через два года, в 1975 г., появляются первые результаты «Ориона-2» по измерению дублета 2800 MgII в спектре 51 относительно слабой звезды.

Таким образом, за десять лет наши сведения о 2800 MgII расширились существенно — от Солнца до почти ста звезд разных классов и типов. Это следует считать очень большим темпом, имея в виду трудности регистрации звездных спектров во внеатмосферных условиях. В настоящее время мы располагаем данными об этом дублете в спектрах, вероятно, 300 звезд. Особо следует выделить исключительно высокоточные измерения профилей дублета 2800 MgII в спектрах ярких звезд, которые были выполнены и продолжают выполняться ныне (1978 г.) с помощью обсерватории «Коперник».

Структура непрерывных спектров звезд около 2800 А существенно различается у звезд разных спектральных классов и определяется в основном силой дублета 2800 MgII. Однако для каждого спектрального класса характер и структура как непрерывного спектра на 2800 А, так и самого дублета довольно устойчивы. Дублет 2800 MgII достигает наибольшей силы у звезд спектральных классов F5 — G0. По существу присутствие дублета 2800 MgII у этих звезд приводит к образованию широкого (до 200 А) и глубокого провала в непрерывном спектре (рис. 10).

Далее, очень быстро была установлена весьма четко выраженная эмпирическая зависимость между эквивалентной шириной дублета 2800 MgII — силу этих линий обычно представляют в виде эквивалентной ширины дублета, измеряемой в ангстремах и обозначаемой *W*(2800) — и спектральным классом звезды (рис. 11). Эту зависимость можно использовать даже в целях спектральной классификации звезд.

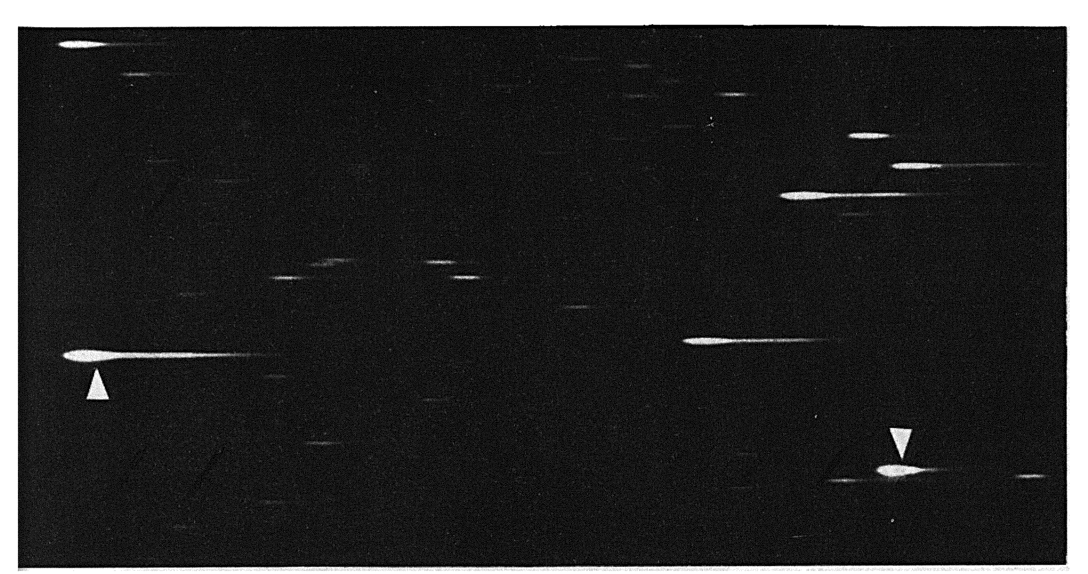


Рис. 19. Фрагмент одного кадра, полученного с помощью «Ориона-2». Видны ультрафиолетовые спектрограммы двух звезд почти одного и того же блеска, одна из которых класса A0 (*SAO* 040280, стрелка слева), другая — класса K0 (*SAO* 040242, стрелка справа). На этом примере видно, как резко могут отличаться формы и в особенности длины спектрограмм в ультрафиолетовой области в зависимости от спектрального класса (температуры) звезды

Характерная особенность этои зависимости — наличие максимума эквивалентной ширины дублета у классов F5—G0. В сторону более поздних классов от этого максимума величина *W*(2800) падает из-за уменьшения количества ионов магния Mg^+ в фотосфере звезды, а в сторону более ранних классов — из-за переходов Mg^+ в состояние Mg^{++}. Одно это уже достаточно хорошо выявляет широкие возможности дублета 2800 MgII как довольно чувствительного индикатора при расшифровке физических условий в верхних слоях атмосферы звезды — в фотосфере.

Среди «экзотик» «Ориона-2» следует упомянуть одну звезду (*HD* 32296) класса A2, интересную тем, что в ее спектре дублет 2800 MgII оказался необычайно сильным (рис. 12): его эквивалентная ширина в 4—5 раз больше, чем у нормальных звезд этого подкласса! В переводе на количество атомов это означает, что магния в фотосфере этой звезды по крайней мере в 25 раз больше, чем у обычных звезд. По существу здесь речь идет об открытии «магниевой» звезды.

В унисон с этой «магниевой» звездой выступает другая «экзотика» «Ориона-2»: эмиссионная звезда раннего класса (*SAO* 077308) с необычайно сильной линией 2520 А, принадлежащей нейтральному кремнию. По сути дела, на этот раз речь идет о включении в «ассортимент» звезд новой категории объектов — звезд с «кремниевой» газовой оболочкой, ибо еще не ясно, свойственно ли такое аномальное содержание кремния и их фотосферам?

Обнаружение хромосферы у холодных звезд

Каждая звезда должна иметь свою хромосферу — тонкий слой горячего газа над фотосферой, испускающий эмиссионные линии, — допущение как будто довольно очевидное. И несмотря на это, хромосфера Солнца исторически была для нас, астрофизиков, по существу, единственным объектом подобного рода, доступным для изучения и осмысления; сведения о хромосферах у отдельных звезд, почерпнутые из наземных наблюдений линий H и K ионизованного кальция, как-то не представлялись достаточно полными.

Открытие хромосфер у звезд, в особенности у холодных звезд, следует считать одним из выдающихся достижений внеатмосферной астрономии. Это было сделано обнаружением дублета 2800 MgII в эмиссии в спектре исследуемой звезды с помощью обсерваторий «ОАО-II», «Орион-2», позднее «Коперник», а также спектрографов, поднятых на высотных ракетах и баллонах.

В качестве примера на рис. 13 приведена микрофотометрическая запись ультрафиолетового спектра, полученного с помощью «Ориона-2», звезды-гиганта *GC* 7554 спектрального класса M3, где отчетливо видны эмиссионные линии 2800 MgII, 2945 HeI и 3080 TiII. Эти линии могут возбуждаться только при температуре среды порядка 20 000 K (в то время как температура фотосферы звезды равна 3300 K). Такая температура может быть только в хромосфере, поэтому в данном случае речь может идти о детектировании хромосферы звезды. Тем же способом и на «орионовском» материале открыты хромосферы у ряда других звезд классов G, K, M. Даже удалось найти относительную энергетическую мощность «магниевой» хромосферы у разных классов звезд. В изученных нами случаях хромосферы оказались мощнее солнечной хромосферы в 10—1000 раз! Конечно, здесь сказывается наблюдательная селекция; спектральное разрешение «Ориона-2» позволяет открыть лишь мощные хромосферы. Безусловно могут существовать и хромосферы, слабее солнечной. Но зато мы теперь знаем, насколько мощной она может быть вообще!

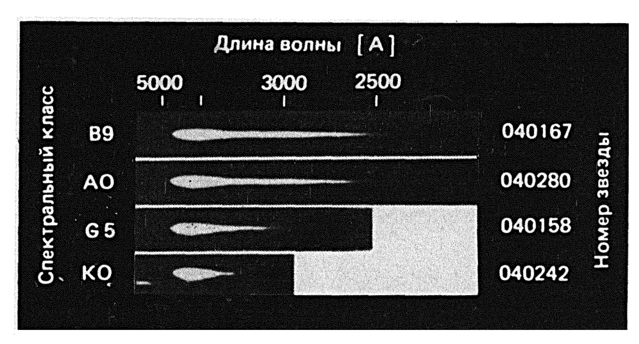


Рис. 20. Монтаж из четырех спектрограмм, полученных с помощью «Ориона-2» и принадлежащих звездам разных классов (B9, A0, G5, K0), но почти одного и того же блеска (m =7,5—7,6). Заметна разница между длинами двух спектрограмм звезд, отличающихся друг от друга на один подкласс (B9 и A0). Цифры справа — номера звезд по каталогу Смитсоновской астрофизической обсерватории

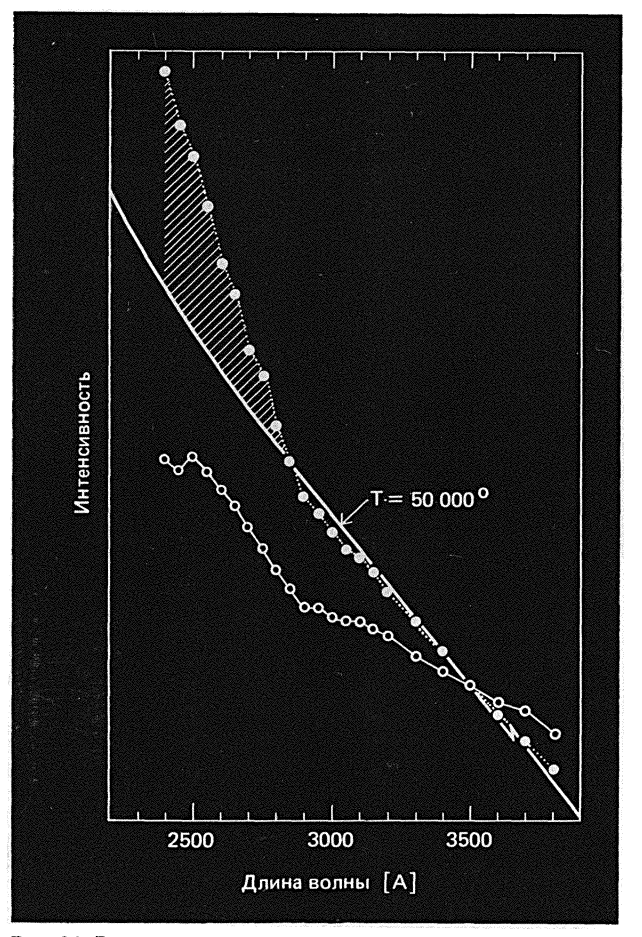


Рис. 21. Распределение энергии в ультрафиолетовой области непрерывного спектра центральной звезды планетарной туманности *IC* 2149: кружки — наблюдения «Ориона-2», точки — исправленные значения, учитывающие межзвездное поглощение, сплошная линия — теоретическая модель для фотосферы звезды с эффективной температурой 50 000 К. Заштрихованная часть — дополнительное излучение, обусловленное главным образом двухфотонным излучением туманности

Существует представление, согласно которому за нагрев хромосферы ответственны акустические волны. Похоже на то, что хромосферы иных звезд «кричат» в тысячу раз громче хромосферы Солнца!

Другой пример записи хромосферной линии 2800 MgII со значительно большим спектральным разрешением показан на рис. 14; он относится к холодной звезде-сверхгиганту Бетельгейзе (αОриона) класса M2. Эта запись получена с помощью спектрографа, поднятого группой исследователей во главе с Кондо (Y. Kondo, США) на баллоне. Седлообразная форма у каждого из компонентов дублета 2796 А и 2803 А — следствие самопоглощения, то есть поглощения, имевшего место в самой хромосфере, что в свою очередь свидетельствует о ее сильной непрозрачности в этих линиях. Кстати, такая форма профилей магниевых линий — весьма распространенное свойство почти всех хромосфер, обнаруженных до сих пор у холодных звезд.

Истечение вещества из звезд

Уже при первых внеатмосферных наблюдениях самой яркой звезды созвездия Лебедя — Денеб (α Лебедя), сверхгиганта класса A2, возникло подозрение об аномальности структуры ее спектра около 2800 А. И вот та же самая группа Кондо решила получить тем же путем спектрометрическую запись этой звезды около 2800 А с очень высоким разрешением — 0,25 А. Эта запись — она показана на рис. 15 — оказалась заметно отличающейся от того, что следовало бы ожидать для нормальной звезды этого класса. И стала понятна причина самого отличия — дополнительное поглощение, которое испытывает дублет 2800 MgII в газовой среде, окружающей звезду и возникшей, очевидно, в результате истечения вещества из нее. По величине дополнительного поглощения удалось оценить мощность истечения: она заключена в пределах от 10^{-8} до 10^{-10} солнечной массы в год.

Затем подобные явления стали наблюдать у других сверхгигантов и даже у горячих звезд с газовой оболочкой; такие звезды обозначают добавлением индекса «е» (эмиссия) к их спектральному классу (например, Be). Вместе с тем «Коперник»-овские наблюдения, например, не подтвердили универсальности этого явления у всех сверхгигантов даже ранних классов. Это говорит о том, что существует, по-видимому, большое разнообразие физических условий во внешних областях атмосферы звезд одного и того же класса и что они, эти условия, чередуются довольно быстро (в космогоническом масштабе).

Остается добавить, что раньше, имея только данные наземных оптических наблюдений, мы

ничего не знали об истечении газового вещества от такой на редкость много наблюдавшейся и изученной звезды, какой является Денеб, и от других сверхгигантов. Стало быть, нужно было иметь под рукой такой сверхчувствительный индикатор, каким является дублет 2800 MgII, чтобы оказалось возможным это важное открытие!

Обнаружение межзвездного магния

Исключительно важным этапом в недолгой истории внеатмосферной астрономии стало детектирование межзвездного компонента 2800 MgII в спектрах отдельных звезд. Впервые это было сделано в 1972 г. группой английских исследователей во главе с Боксенбергом (*A. Boksenberg*) путем выноса на баллоне до высот 40 км дифракционного спектрографа с очень высоким разрешением (0,1 А), и годом позже на «Копернике» (разрешение 0,05 А). Ожидалось, что из-за низкой температуры межзвездной среды линии поглощения ионизованного магния 2796 А и 2803 А будут очень узкими и это позволит легко отличать их от собственных звездных линий.

За прошедшие годы удалось зафиксировать линии межзвездного магния в спектрах более двадцати звезд классов О9— А2. Наблюдаемые величины интенсивностей (эквивалентные ширины) линий 2796 А и 2803 А позволили сделать некоторые выводы об основных физических параметрах межзвездной среды. Так, было найдено относительное содержание межзвездного магния; оно в одних случаях оказалось в соответствии с его универсальным содержанием (относительное содержание магния по сравнению с водородом — 2.10^{-5}), в других случаях крайние отклонения составляли до двух порядков. В широких пределах изменяются величины электронной концентрации в межзвездной среде — от 0,1 $см^{-3}$ до 0,002 $см^{-3}$.

Самым неожиданным результатом все-таки следует считать необычно высокую степень ионизации межзвездного магния: величина N^+/N_1, то есть отношение числа ионов магния (N^+) к числу нейтральных его атомов (N_1), оказалась порядка 1000.

Прежде всего, в отличие от межзвездного водорода, который ионизован не везде (около 10% объема Галактики), межзвездный магний ионизован повсюду в Галактике. Весьма примечательным следует считать то обстоятельство, что ионизирующее излучение горячих звезд в Галактике, оказывается, не может обеспечить наблюдаемую высокую степень ионизации межзвездного магния, причем разница составляет два порядка: наблюдения дают $N^+/N_1 \sim 1000$, а звезды могут обеспечить $N^+/N_1 \sim 10$.

Вообще противоречивых и непонятных на первых порах результатов, касающихся межзвездного магния, имелось немало, и это обстоятельство требовало пересмотра наших привычных представлений о состоянии, структуре и морфологии межзвездного вещества. В конечном счете эти противоречия привели к в какой-то мере неожиданному и интересному открытию — околозвездных облаков, на которых стоит остановиться особо.

Околозвездные облака

При анализе данных, касающихся интенсивностей дублета 2800 MgII межзвездного происхождения в спектрах отдельных звезд, мы натолкнулись на странную картину. Оказывается, сила этих линий — эквивалентная ширина дублета $W(2800)$ — не показывает, вопреки ожиданию, уверенной зависимости, например, от расстояния до звезды или ее показателя цвета. В то же время, и опять-таки вопреки ожиданию, была обнаружена довольно четко выраженная зависимость между $W(2800)$ и температурой звезды или ее спектральным классом. Странность этой зависимости — в графической форме она показана на рис. 16 — заключается в том, что интенсивность линий поглощения 2800 MgII, которые считаются межзвездного и, во всяком случае, не звездного происхождения, оказывается больше, когда ее регистрируют в спектре очень горячей звезды (30 000 K), и падает с переходом в сторону менее горячих звезд (10 000 K). Иначе говоря, корреляция между W (2800) и T положительная.

Здесь же следует отметить, что в случае линии 2800 MgII чисто звездного (фотосферического) происхождения наблюдается в соответствии с теорией как раз обратная — отрицательная корреляция, то есть увеличение интенсивности 2800 MgII с уменьшением температуры звезды. Поэтому положительную корреляцию между $W(2800)$ и температурой звезды следует толковать как непонятное или непредвиденное до сих пор влияние звезды на силу этой линии. Во всяком случае ясно, что тут межзвездный магний ни при чем.

Эта странная закономерность, равно как и отмеченный выше факт аномально сильной ионизации межзвездного магния, может быть объяснена, оказывается, если допустить возможность существования околозвездных облаков вокруг горячих звезд. Эти облака образуются, как было отмечено выше, в результате длительного истечения вещества из звезд. Каждое из этих облаков, будучи динамически уже независимым от «своей» звезды, все-таки связано с ней генетически. Иначе говоря, околозвездные облака занимают некое промежуточное положение между истинно звездной газовой оболочкой и истинно межзвездной средой.

Конечно, о существовании околозвездных облаков в «номенклатуре» галактических объектов астрофизики стали подозревать несколько рань-

ше — в конце пятидесятых — начале шестидесятых годов — главным образом по довольно заметному замедлению газовых оболочек, выброшенных при вспышке Новой. Однако явление Новой следует считать слишком экзотическим для того, чтобы можно было бы превратить его в доступный в широких масштабах метод изучения околозвездных облаков вокруг звезд самых разных классов и типов, находящихся на разных стадиях активности и эволюции. Между тем «метод 2800 MgII», будучи доступным практически во всех случаях, является достаточно тонким и чувствительным.

Все это так, но нельзя не отметить и драматичности создавшейся ситуации; она заключается в том, что астрофизики, открыв околозвездные облака, опять потеряли возможность изучения истинно межзвездного вещества, не находящегося в генетической связи с той или иной конкретной звездой.

Между тем «Коперник», например, был создан во всяком случае не для открытия околозвездных облаков...

Вспыхивающие звезды

Пока что вспыхивающие звезды — красные карликовые звезды типа *UV* Кита — не вошли в программу внеатмосферных наблюдений, что объясняется их слабостью; наиболее интересные из них имеют блеск 10—14^m. Не говоря вообще об исключительной важности и плодотворности наблюдений этих объектов в ультрафиолетовом диапазоне от 3000 A до 1000 A как в спокойном состоянии звезды, так и в особенности в момент ее вспышки, остановимся здесь на возможности наблюдения дублета 2800 MgII в спектрах этих уникальных объектов.

Теория предсказывает присутствие в излучении дублета 2800 MgII в спектрах вспыхивающих звезд.

Возбуждается этот дублет в хромосфере вспыхивающей звезды, причем не в результате процессов флуоресценции*, а путем неупругих электронных соударений, как это происходит с запрещенными линиями в туманностях. Более того, ожидается, что дублет 2800 MgII будет самой сильной после линии *L*α водорода эмиссионной линией вообще во всем спектре вспыхивающей звезды от 1000 A до 10 000 A.

Благодаря своей силе и медленности гашения эмиссионный дублет 2800 MgII будет виден и в спокойном (вне вспышки) состоянии звезды. Эквивалентная ширина дублета в спокойном состоянии звезды будет значительно (по крайней мере, на порядок) больше той величины, что ожидается в момент вспышки. Развивая эти рассуждения, мы приходим к любопытному выводу о том, что с угасанием очередной вспышки и по мере ослабления всех эмиссионных линий дублет 2800 MgII в излучении может оказаться единственной линией, которая еще будет видна даже после того, когда все сильные линии водорода, в том числе Hα, а также линии H и K CaII исчезнут совсем.

Не исключена ситуация, при которой эмиссионная линия 2800 MgII будет обнаружена при полном отсутствии непрерывного спектра — на почти совершенно темном фоне (имеется в виду, что в нормальных условиях собственно непрерывное излучение на 2800 A у вспыхивающей звезды с эффективной температурой около 3000 K будет очень слабо).

Вообще-то не следует упускать из вида то важное обстоятельство, что дублет 2800 MgII может стать мощным средством изучения хромосфер вспыхивающих звезд, звезд с Hα-эмиссией, в особенности звезд типа *T* Тельца, присутствие сильной эмиссионной линии 2800 MgII у которых не вызывает сомнения, и т. д. Поэтому подготовку и проведение специальных экспериментов с целью обнаружения и измерения линии 2800 MgII у этих исключительно интересных нестационарных звезд средствами внеатмосферной астрономии следует считать более чем желательными.

* Флуоресценция — это процесс, при котором один жесткий (высокоэнергетический) фотон раздробляется на ряд фотонов с гораздо меньшей энергией.

сто лет назад

ФРАНЦИЯ. Во французском физическом обществе Толон, излагая некоторые свои исследования над Солнцем, заявил, между прочим, что он считает солнечные пятна состоящими из центров охлаждения, а именно, когда отверстие спектроскопа встречает пятно, то спектр исчерпывается по всему своему протяжению темной однообразной полосой, чего не случилось бы, если бы уменьшение света происходило главным образом от поглощения, производимого металлическими парами, наполняющими полость пятна.

«Мысль», № 2, 1880 г.

ЛОНДОН. Итальянский астроном Перини, давно поселившийся в Лондоне, устроил планетарий — звездное небо нашей солнечной системы. Планетарий помещается в особой комнате и состоит из купола, опирающегося на двенадцать столбов. Войдя внутрь, посетитель видит над собою темно-синее небо, как в безлунную южную ночь, усеянное звездами; на небе можно различать все главные созвездия северного полушария. Большой стеклянный матовый шар, освещенный внутри газом, изображает Солнце. Земля, величиной с орех, с сопровождающей ее Луной, вращается на своей оси. Поворотом ключа Перини приводит в движение всю нашу планетную систему и небесные тела плывут по своим орбитам, совершая безмолвное вращение вокруг Солнца.

«Еженедельное новое время», № 81, 1880 г.

Планетарная туманность в ультрафиолетовых лучах

К числу уникальных результатов «Ориона-2» следует отнести первую во внеатмосферной астрофизической практике ультрафиолетовую спектрограмму планетарной туманности *IC* 2149 и ее ядра. Коротковолновая граница этой спектрограммы дошла до 2400 А. В спектрограмме оказалось много эмиссионных линий, часть которых удалось отождествить. Особый интерес представляют резонансный дублет ионизованного алюминия (2669 AlII) и линии ионизованного титана (3080 TiII): доказательство того, что в планетарных туманностях есть алюминий и титан, получено впервые. Это уже немало, если вспомнить, что за 60 лет интенсивного изучения планетарных туманностей было обнаружено всего 17 химических элементов.

Сравнительно недавно теоретики предсказали, что в ультрафиолетовом спектре планетарных туманностей должен быть дублет трижды ионизованного неона с длиной волны 2440 А. Эта линия была обнаружена в спектре *IC* 2149, а затем также туманности *NGC* 7662, ультрафиолетовая спектрограмма которой была получена американскими астрофизиками путем ракетного запуска.

Ядро туманности *IC* 2149 — звезда класса О7. Ее ультрафиолетовая спектрограмма соответствует эффективной температуре около 50 000 K (см. рис. 21).

Дублет 2800 MgII в эмиссии зарегистрирован пока в спектре одной планетарной туманности — *IC* 2149. Но *IC* 2149 — туманность типа средневозбужденной. В высоковозбужденных же туманностях — с очень высокой температурой центральной звезды — магний переходит к более высоким степеням ионизации, тем самым сильно уменьшая количество ионов Mg^+. В результате у высоковозбужденных планетарных туманностей линия 2800 MgII должна быть крайне слабой или даже отсутствовать совсем. Возможно, этим следует объяснить слабость дублета в спектрограмме типично высоковозбужденной планетарной туманности *NGC* 7027 и его отсутствие в спектре *NGC* 7662, температуры центральных звезд которых порядка 100 000 K и выше.

В звездных спектрах дублет 2800 MgII обычно находится в корреляции с дублетом H и K CaII, то есть если сильна линия 2800 MgII, то сильны и линии H и K CaII, и наоборот. В случае же планетарных туманностей такой корреляции не существует. Объясняется это тем, что в условиях туманностей оба дублета — 2800 MgII и H и K CaII — будучи разрешенными линиями, возбуждаются тем же механизмом, что и запрещенные линии, то есть электронными ударами. Это качественно новый для физики планетарных туманностей результат. Весь вопрос заключается в том, что линии H и K CaII должны быть согласно рас-

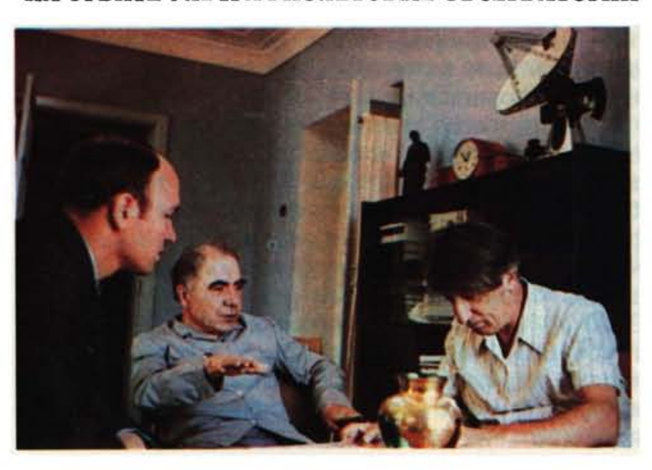


Рис. 22. Летчик-космонавт СССР В. В. Лебедев, академик В. А. Амбарцумян и автор статьи обсуждают работу обсерватории «Орион-2»

четам в несколько тысяч раз слабее дублета 2800 MgII. При таких условиях эмиссионные линии H и K ионизованного кальция практически вовсе не могут наблюдаться в спектрах планетарных туманностей, что и имеет место на самом деле.

Наблюдения дублета 2800 MgII в планетарных туманностях представляют несомненный интерес и потому, что с его помощью можно найти некоторые физические или геометрические параметры туманности.

Звезды типа *T* Тельца

Звезды типа *T* Тельца — настоящая загадка для современной астрофизики. У них мы видим сочетание самых противоречивых и несовместимых свойств и явлений. Так, наряду с молекулярными полосами поглощения окиси титана, свидетельствующими об очень низких температурах их фотосфер, в их спектрах мы наблюдаем и эмиссионные линии водорода, кальция и других элементов. У этих звезд одновременно с очень сильным излучением в далекой инфракрасной области наблюдается невероятно сильная непрерывная эмиссия в ближней ультрафиолетовой области. А по своим необычайно высоким абсолютным светимостям, в десятки, сотни и даже тысячи раз превышающим светимость Солнца, эти звезды остаются уникальными.

Спектральные внеатмосферные наблюдения в ультрафиолетовом диапазоне звезд типа *T* Тельца не были проведены, разумеется, из-за их слабости. Однако голландским астрофизикам удалось осуществить широкополосную фотометрию нескольких звезд этого типа в пяти каналах от 3000 до 1500 А с помощью спутника «*ANS*». Найденные при этом потоки излучения и в особенности их зависимость от длины волны — она показана на рис. 17 — позволяют составить определенное представление о распределении энергии этих

звезд в ультрафиолетовой области. Оно оказалось довольно характерным и, конечно, в какой-то мере неожиданным.

Прежде всего поражает наличие значительных потоков излучения в области около 2000 А, то есть там, где звезды типа *T* Тельца не должны были бы излучать, если иметь в виду их спектральные классы (G, K, M). Просто непостижимо, что потоки излучения, например, на 1800 А оказались сравнимы и даже равными потокам на 3300 А. Вызывает недоумение также наличие глубокого минимума на 2200 А; его нельзя объяснить только межзвездным поглощением, имея в виду, что эти звезды находятся сравнительно недалеко от нас.

Анализ всего этого приводит нас к весьма интересным выводам. Оказывается, что излучение этих звезд в ультрафиолетовом диапазоне не теплового происхождения и что с очень высокой вероятностью оно может быть отождествлено с так называемым переходным излучением, возникшим в результате электродинамического взаимодействия электронов с энергией порядка 1,5 МэВ с частицами пыли в окружающих эти звезды газово-пылевых облаках.

Подробное изложение всего того, что связано с самой теорией переходного излучения и ее применением к звездам типа *T* Тельца, может увести нас очень далеко. Поэтому ограничимся здесь представлением только тех теоретических спектральных кривых, которые выведены специально для звезд типа *T* Тельца с учетом самопоглощения излучения в пылевом облаке вокруг звезды и поглощением в межзвездной среде. Эти кривые показаны на рис. 18 — они оказались качественно сходными с теми, что мы имели из наблюдений (см. рис. 17).

В рассмотренном случае мы имеем также интересный пример того, как привлечение новейших теорий из области теоретической физики (в данном случае теории переходного излучения) может оказаться на редкость продуктивным при решении актуальных проблем астрофизики.

Спектральная классификация звезд

В классической астрофизике спектральная классификация звезд осуществляется, как правило, на основе данных о линейной структуре их спектров. Что касается непрерывных спектров, то они не были признаны достаточно информативными для того, чтобы быть индикаторами спектрального класса.

Иначе обстоит дело, когда мы переходим в область ультрафиолетовых лучей — короче 3000 А и до 2000 А. Здесь сам характер непрерывного спектра и в первую очередь длина изображения спектрограммы сильно зависят от спектрального класса. Фрагмент одного из снимков «Ориона-2», изображенный на рис. 19, может служить наглядным подтверждением этому. На нем мы видим, как резко отличаются друг от друга длины ультрафиолетовых спектрограмм двух звезд почти одного и того же блеска, одна из которых класса A0, а другая K0. Чем длиннее спектрограмма, тем горячее звезда, тем к более раннему спектральному классу она относится.

Другой пример сильной зависимости длины ультрафиолетовых спектрограмм (полученных с помощью объективной призмы) от спектрального класса показан на рис. 20, представляющем собой монтаж из четырех «орионовских» спектрограмм для звезд классов B9—K0; здесь видна, даже на глаз, разница в один подкласс (спектрограммы звезд B9 и A0), что само по себе говорит о чувствительности метода.

Спектральные снимки, полученные с применением широкопольных телескопов системы Шмидта и Максутова и объективных призм, отличаются, как известно, большой однородностью. Если добавить к этому возможность получения этим способом спектральных снимков сразу для очень большого количества звезд, то метод спектральной классификации звезд по длине их ультрафиолетовых спектрограмм может оказаться весьма эффективным прежде всего для слабых звезд. Имея в виду трудности получения спектрограмм слабых звезд с высоким спектральным разрешением, спектральная классификация на основе данных ультрафиолетовых спектрограмм умеренного и даже низкого разрешения в будущем может оказаться чуть ли не единственным выходом из положения.

Конечно, этот метод нуждается в доработке, вернее, его еще надо создать прежде чем перейти к практическому применению. Здесь необходимо еще серьезно подумать об учете влияния межзвездного поглощения. Ведь оно, по сути дела, сокращает длину спектрограммы, в результате чего мы будем иметь в лучшем случае оценку нижнего предела спектрального класса рассмотренной звезды; истинный класс будет всегда несколько более ранним, чем класс, найденный из прямых наблюдений. Может создаться ситуация, при которой длины спектрограмм двух звезд существенно разных классов окажутся одинаковыми вследствие того, что одна из них (более раннего класса) может находиться на очень большом расстоянии от нас и посему коротковолновый «хвост» ее спектра будет сильно обрезан межзвездным поглощением.

Однако эти и подобные трудности, следует думать, будут преодолены, и в результате в руках астрофизиков окажется мощный, широко доступный и очень эффективный метод спектральной классификации слабых звезд массовым способом. Кстати, как раз здесь в большей мере, чем в других областях практической астрофизики, предвидится применение ЭВМ для автоматической обработки спектрограмм и отождествления спектральных классов звезд.

Двухфотонное излучение

Прекрасным примером того, как астрофизические наблюдения помогают в решении проблем, относящихся к различным областям теоретической физики, может служить история с открытием двухфотонного излучения.

Мы живем в мире однофотонных процессов. Всюду, начиная от пламени обыкновенной свечи, кончая звездами и Солнцем, всякие атомные «соскоки» с одного энергетического уровня на другой, или, говоря образно, каждый переход электрона с более высокой орбиты вокруг ядра на более низкую сопровождается испусканием одного и только одного фотона. Такова природа атомного микромира.

Однако еще в конце двадцатых годов немецкий физик-теоретик М. Гепперт-Майер *(M. Goeppert-Mayer)*, опираясь на только что появившийся аппарат квантовой механики, вывела чисто математическим путем, что атомные соскоки с одного состояния на другое могут осуществляться и испусканием одновременно двух фотонов. При этом частоты каждого из этих фотонов могут быть произвольными и разными на разных актах переходов, но сумма энергий обоих фотонов должна быть постоянной и равной разности энергий исходного и конечного состояний.

В начале сороковых годов стало очевидным, что двухфотонное излучение водорода, возникшее при переходе атома с ближайшего метастабильного уровня $2S$ на основной уровень $1S$, должно представлять особый интерес. Вероятность двухфотонного излучения, оказывается, в миллион раз меньше вероятности обычных атомных переходов с испусканием одного фотона. А его теоретический спектр начинается с длины волны 1216 А и, достигая максимума примерно на 1400 А, быстро падает в области длинных волн, простираясь теоретически до бесконечности. Важно отметить, что основная доля — более 90% — двухфотонного излучения приходится на коротковолновую область спектра, короче 3000 А; в видимую область простирается только «хвост» его спектра.

Кстати, это единственный случай, когда переход атома с одного дискретного энергетического уровня на другой дискретный уровень не сопровождается испусканием одного и только одного фотона, а стало быть, порождением спектральной линии, как обычно, а дает сплошной спектр бесконечной ширины.

Для реализации двухфотонного излучения необходимо, чтобы ничто не мешало возбужденному атому «прожить» в метастабильном состоянии положенное время, в данном случае порядка одной десятой секунды. А помешать этому могут случайные столкновения возбужденного атома либо с другими атомами, либо же с фотонами. Избежать таких столкновений можно, если среда достаточно разреженная и в ней одновременно мала плотность излучения. Как показывают расчеты, концентрация, например, вещества при этом должна быть не более 10^3 — 10^4 атомов водорода в одном кубическом сантиметре; при бóльших концентрациях переходы $2S \rightarrow 1S$ хотя и будут иметь место, но без испускания двух фотонов. Но эти предельные значения концентрации вещества чрезвычайно малы — они примерно в миллион раз меньше, чем та концентрация частиц, которые остаются в современных самых совершенных вакуумных камерах после доведения давления в них до предельно низких значений. В этом и кроется причина того странного положения, когда одно из фундаментальных предсказаний квантовой механики — возможность двухфотонного излучения при атомных переходах — не получило вот уже в течение пятидесяти лет экспериментального доказательства в наших физических лабораториях.

Однако концентрация вещества порядка 10^3 — 10^4 см$^{-3}$ и меньше обычна для планетарных туманностей. В них очень мала и плотность излучения. Вот почему на планетарные туманности и были направлены в последние 20—30 лет взоры астрофизиков и физиков как на потенциальные источники генерации двухфотонного излучения.

На полученной с помощью «Ориона-2» спектрограмме планетарной туманности *IC* 2149 содержатся, оказывается, явные признаки наличия той двухфотонной эмиссии, о которой только что говорилось. В частности, часть дополнительного излучения в спектре, начиная от 3500 А до коротковолнового предела наших наблюдений, то есть до 2400 А (заштрихованная область на рис. 21), оказывается, и есть искомая двухфотонная эмиссия, генерируемая водородом в самой туманности. Тщательная проверка, проведенная разными способами, подтвердила этот вывод.

Рассмотренный пример с туманностью *IC* 2149 — первая попытка обнаружения двухфотонного излучения в планетарных туманностях методами внеатмосферной астрономии. Думаю, уже в ближайшие годы двухфотонное излучение в ультрафиолетовой области будет обнаружено в спектрах многих планетарных туманностей.

Рубикон перейден, внеатмосферная астрономия делает свои мощные шаги в направлении грядущего. Период становления при нынешнем оптимизме завершится до прихода следующего поколения астрономов; они будут иметь «все в готовом виде» и по крайней мере не будут знать, что такое трудности преодоления психологического барьера. Самым сокровенным тайнам Вселенной, доселе скрытым от пытливого и всегда ищущего взгляда человека, суждено раскрыться перед очередным рывком прогресса — рывком от телескопчика Галилея до 6-метрового телескопа-гиганта и от него — до выхода в необъятные просторы космической дали...

И. А. ГЛЕБОВ

Электромеханические преобразователи энергии

А. В. ГАПОНОВ-ГРЕХОВ,
М. И. ПЕТЕЛИН

Мазеры на циклотронном резонансе

Ч. БАРТА,
Л. ШТОУРАЧ,
А. ТРЖИСКА

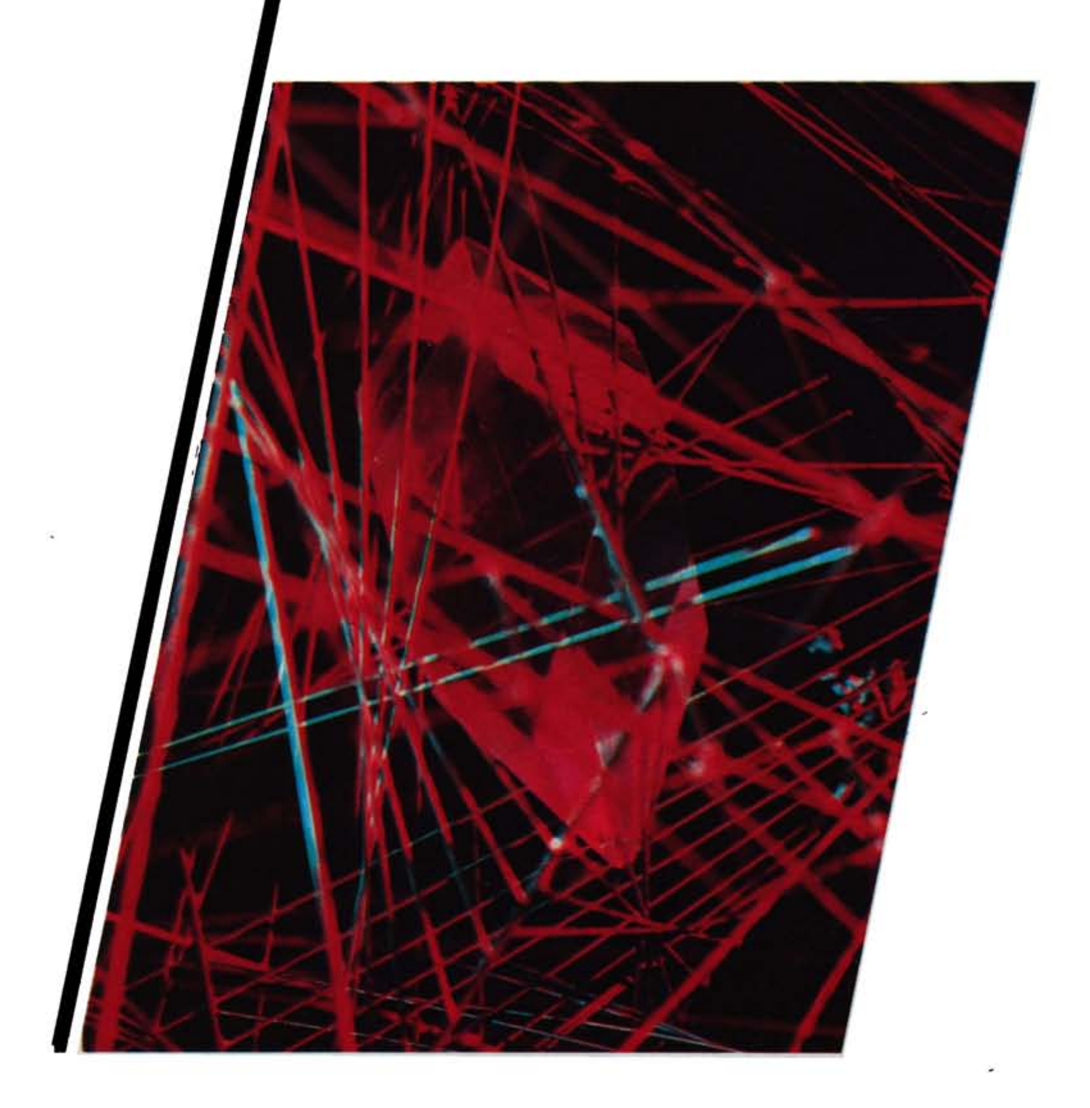
Космическая технология: рождение кристаллов в невесомости

Ю. А. ЖДАНОВ,
А. Б. ГОРСТКО

Экономико-биологические системы

ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС

НАУЧНЫЙ
ТРУД —
ЭТО
НЕ
МЕРТВАЯ
СХЕМА,
А
ЛУЧ
СВЕТА
ДЛЯ
ПРАКТИКОВ.
Чаплыгин







ИГОРЬ АЛЕКСЕЕВИЧ ГЛЕБОВ
(р. 1914) — специалист в области электромашиностроения и электроэнергетики, академик, член президиума АН СССР, директор ВНИИэлектромашиностроения, депутат Верховного Совета СССР.
Родился в Ленинграде. Окончил Ленинградский политехнический институт им. М. И. Калинина в 1938.
С 1939 по 1941 и с 1946 по 1961 преподавал в высших учебных заведениях. С 1941 по 1946 служил в Советской Армии. В 1949 защитил кандидатскую диссертацию в области турбогенераторостроения. С 1961 по настоящее время работает во ВНИИэлектромашиностроения. Докторскую диссертацию по вопросам систем возбуждения электроэнергетических машин защитил в 1964.
Основные труды И. А. Глебова посвящены проблемам создания электроэнергетических систем, разработке мощных электрических машин, применению сверхпроводимости в энергетике. Создал научные основы систем возбуждения и автоматического регулирования турбо- и гидроагрегатов, провел фундаментальные исследования, связанные с синтезом электрических машин и полупроводниковых преобразователей.
В 1974 И. А. Глебов был избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1976 — академиком. За работы в области систем ионного возбуждения гидрогенераторов И. А. Глебов удостоен Государственной премии СССР (1968). В 1976 за цикл работ по синтезу электрических машин и полупроводниковых преобразователей ему присуждена премия АН СССР им. П. Н. Яблочкова. С 1968 по 1976 И. А. Глебов был президентом научно-исследовательского комитета по электрическим машинам международной организации по крупным электроэнергетическим системам (СИГРЭ). Действительный член американского института инженеров по электротехнике и электронике.



ИГОРЬ АЛЕКСЕЕВИЧ ГЛЕБОВ

Электромеханические преобразователи энергии

Трудно представить жизнь человека современного цивилизованного общества без широкого использования электрических машин. Как известно, электрическая энергия — наиболее удобный и универсальный вид энергии. Она получается на электростанциях (тепловых, гидравлических, атомных), где электрические машины — генераторы преобразуют механическую энергию в электрическую. Обратное преобразование энергии из электрической в механическую осуществляется с помощью электродвигателей. Электрические двигатели, работающие в промышленности, на транспорте и в сельском хозяйстве, потребляют около 58% всей вырабатываемой в СССР электроэнергии. Повышение производительности труда и создание комфортных условий жизни человека тесно связаны с все более широким использованием электрических машин.

В наш век — век научно-технической революции возникает необходимость создания как сверхмощных электрических генераторов (более миллиона киловатт) для электростанций, так и электрических двигателей очень малой мощности (сотые доли ватта) для устройств автоматики. В освоении этого огромного диапазона мощностей имеются свои подчас очень большие трудности, которые могут быть преодолены только на основе новых решений и применения новых материалов.

Создание электрических машин стало возможным фактически после открытия в 1831 г. М. Фарадеем закона электромагнитной индукции. Однако еще в 1821 г. М. Фарадей установил явление вращения проводника в магнитном поле постоянного магнита. Позднее он создал униполярный генератор с постоянными магнитами. Изобретатель первого электрического генератора переменного тока по неизвестным причинам скрыл свое имя под инициалами Р. М. (латинские буквы). Р. М. уже в 1832 г. предложил идею генератора переменного тока, произвел экспериментальную проверку и направил описание машины М. Фарадею. Магнитное поле создавалось многополюсным ротором, а ЭДС индуктировалась в неподвижной обмотке статора. Частота ЭДС находилась в строгом соответствии (была синхронной) с частотой вращения полюсов. По принятой современной терминологии такой генератор должен быть назван магнитоэлектрическим синхронным однофазным генератором. Позднее (1876 г.) П. Н. Яблочков вместо постоянных магнитов применил электромагниты с питанием от возбудителя — генератора постоянного тока через контактные кольца и щетки. Это уже был прообраз современного синхронного генератора.

Одновременно с Р. М. итальянский физик С. дель Негро разработал магнитоэлектрическую машину возвратно-поступательного движения. По современной терминологии это — линейный двигатель.

Э. Х. Ленц в 1838 г. обосновал принцип обратимости, т. е. возможность работы электрической машины как генератором, так и двигателем.

Основные усилия электротехников XIX в. были направлены на разработку машин постоянного тока. В этих машинах, как и в современных, магнитное поле создавалось неподвижными электромагнитами, а переменный ток в якоре-роторе выпрямлялся с помощью механического преобразователя — коллектора с щетками. Уверенность многих специалистов того времени в перспективности машин постоянного тока была настолько большой, что известный американский ученый и изобретатель Т. А. Эдисон отказался

даже ознакомиться с двигателями переменного тока, разработанными М. О. Доливо-Добровольским.

М. О. Доливо-Добровольский был одним из самых выдающихся электротехников конца XIX—начала XX в. Он основоположник техники трехфазного тока. В 1889 г. М. О. Доливо-Добровольский создал трехфазный асинхронный двигатель. Три фазы обмотки статора создавали вращающееся магнитное поле, которое приводило во вращение ротор с так называемой «беличьей» клеткой. Частота вращения ротора получалась несколько меньше частоты вращения поля. Поэтому такой двигатель получил название асинхронного. Трехфазные асинхронные двигатели исключительно просты по конструкции и надежны в эксплуатации. Их широкое внедрение фактически привело к промышленному перевороту в области создания электродвигателей.

Таким образом в XIX—начале XX в. были разработаны основные виды электрических машин. Больших успехов электромашиностроение в нашей стране достигло после Великой Октябрьской социалистической революции во время выполнения плана ГОЭЛРО и послевоенных пятилеток. Но для того чтобы достигнуть современного уровня производства не только крупных, но средних и малых электрических машин, потребовались десятилетия интенсивного творческого труда ученых, инженеров, многих коллективов. Их усилия были направлены на радикальное улучшение конструкций, разработку новых технологических процессов и механизмов, существенное повышение надежности, снижение затрат материалов с одновременным повышением КПД, расширение диапазона мощностей и др. В настоящее время малые, средние, крупные и уникальные электрические машины имеют высокие технико-экономические показатели.

Но сейчас перед учеными, инженерами, техниками и рабочими возникают новые, очень сложные проблемы.

К их числу прежде всего относится проблема разработки и создания управляемых электродвигателей переменного тока. На протяжении многих десятилетий широко используются двигатели как переменного (асинхронные и синхронные), так и постоянного тока. Первые просты и надежны, однако практически не дают возможности плавно регулировать их частоту вращения. Во многих же случаях это необходимо. Вторые более сложны и менее надежны из-за щеточно-коллекторного аппарата, но зато позволяют плавно регулировать частоту вращения. Возникает вопрос: нельзя ли создать такие машины, которые бы синтезировали лучшие свойства обоих типов двигателей? Достижения современной полупроводниковой техники и микроэлектроники наряду с разработкой специальных типов машин переменного тока позволяют положительно ответить на этот вопрос.

Наиболее перспективно сочетание управляемых полупроводниковых (тиристорных или транзисторных) преобразователей частоты с машиной переменного тока. При этом для регулирования в широких пределах частоты вращения двигателей преобразователь подключается к обмотке статора асинхронного или синхронного двигателя (рис. 1 а). В случае ограниченного диапазона регулирования преобразователь включается в цепь обмотки ротора. Преобразователь частоты может быть без звена или со звеном постоянного тока. В первом случае частота источника питания непосредственно с помощью тиристоров преобразуется в более низкую частоту, во втором — переменный ток преобразуется сначала в постоянный, а затем обратно в переменный ток желаемой частоты.

Наряду с сочетанием машины переменного тока и тиристорного преобразователя частоты возможно применение вентильного двигателя. В этом случае на роторе помещают датчик положения, который в нужные моменты времени дает управляющий импульс на подключение фазы статорной обмотки к источнику питания. Здесь источник питания может быть как переменного, так и постоянного тока.

Исследования совместной работы электрических машин с выпрямителями и инверторами, поиски лучших схем преобразования, разработка методов расчета машин, работающих при переменной частоте и величине напряжения, а также при несинусоидальной форме последнего, были начаты еще в предвоенное время. Однако в последние годы в связи с интенсивным развитием полупроводниковой техники эта новая область электромашиностроения начинает приобретать права гражданства. Успешно эксплуатируются первые образцы таких машин с мощностями в сотни и даже тысячи киловатт. Формируется новое производственное направление в электромашиностроении. Эти машины перспективны для металлургической, нефтяной и горнодобывающей отраслей промышленности.

Следует упомянуть также о возможности использования управляемых машин переменного тока для тепловозов, электровозов и судов. Установка асинхронных двигателей на осях вместо машин постоянного тока приводит к повышению надежности и увеличению межремонтных сроков. Первые два экспериментальных тепловоза, в одном из которых применена схема со звеном постоянного тока, а в другом — схема с непосредственным преобразованием частоты, находятся в стадии опытных проверок.

Имеется еще одна перспективная возможность использования полученных достижений в области управляемых машин переменного тока. Это пуски мощных двигателей и мотор-генераторов

гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС). Мощности синхронных двигателей непрерывно увеличиваются и в ближайшие годы достигнут 40 и 60 тыс. кВт, мощности мотор-генераторов ГАЭС могут достигать 200 тыс. кВт и более. Прямой пуск, т. е. подключение прямо к сети, сопровождается большими токами, высокими динамическими ударами на обмотки и падениями напряжения в сети. В этих условиях применение преобразователей со звеном постоянного тока позволяет пустить машину от преобразователя с помощью плавного изменения его частоты.

Если обычную обмотку ротора синхронного генератора заменить двухфазной и включить преобразователь низкой частоты (рис. 1), то можно получить генератор, у которого не будет ограничений по статической и динамической устойчивости синхронной связи с энергосистемой. Два гидрогенератора такого типа мощностью по 50 МВт каждый успешно работают на Иовской ГЭС. В стадии разработок находится опытный турбогенератор мощностью 200 МВт.

Наибольшая частота вращения обычных двигателей переменного тока при частоте питания 50 Гц составляет 3000 об/мин. Во многих случаях, в первую очередь для двигателей малой и средней мощности, требуется значительно большая частота вращения. Поэтому желание сохранить машину переменного тока приводит к необходимости выполнения электрической машины совместно с полупроводниковым преобразователем, или коммутатором. Для малых электрических машин удобно использовать полностью управляемые вентили — транзисторы. В качестве примера такой машины может быть приведен вентильный двигатель бесконтактного типа с питанием от источника постоянного тока. Ротор представляет постоянный магнит N—S. Транзисторный коммутатор в нужные моменты времени подключает с помощью бесконтактного датчика положения фазы обмотки статора к источнику питания. Сейчас такие двигатели применяются для аппаратуры звукозаписи и звуковоспроизведения, для лентопротяжных механизмов регистрирующих приборов и др. Однако в связи с возможностью создания транзисторов на токи до 400 А в будущем могут быть изготовлены двигатели такого типа мощностью в несколько сот киловатт.

Рассмотрим теперь проблему создания ультраскоростных двигателей с «газовой» смазкой. В этом случае вал двигателя находится во взвешенном состоянии в воздухе или газе. Вполне естественно, что подшипники с газовой смазкой имеют очень малые моменты трения и очень высокий ресурс работы. Хотя на возможность применения газов, в частности, воздуха, в качестве смазочной среды впервые было указано около 150 лет тому назад, практически использовать этот принцип стали лишь в последнее десятилетие. Это объясняется главным образом технологическими трудностями в создании подшипников с газовой смазкой. Такие подшипники могут быть газодинамическими и газостатическими. Несущая способность газодинамического подшипника зависит от зазора и скорости вала. Зазор составляет 0,0003—0,001 от диаметра цапфы. При вращении вала газ увлекается в сторону малого зазора, в результате под цапфой возникает повышенное давление и вал движется во взвешенном состоянии. В газостатических подшипниках подъемная сила цапфы в начале вращения создается за счет поддува газа, что позволяет исключить повреждения подшипников при пусках и остановках; однако при этом требуется подача газа с повышенным давлением. Зазоры в газостатических подшипниках выполняются несколько большими, чем в газодинамических. Одна из наиболее сложных проблем в двигателях с газовой смазкой — обеспечение устойчивости движения. С целью стабилизации движения ротора может использоваться ряд дополнительных конструктивных решений при выполнении вкладышей подшипников.

Подшипники с газовой смазкой практически не ограничивают скорость ротора. В мировой практике имеются двигатели с частотой вращения 400—500 тыс. об/мин. Высокоскоростной электропривод находит применение для сверления отверстий малого диаметра, для ультрацентрифуг, турбодетандеров и др.

Следует заметить, что в связи с очень большими окружными скоростями роторов в ряде случаев приходится применять специальные меры для обеспечения их механической прочности. В частности, используют высокопрочные цилиндрические бандажи с горячей посадкой их на роторы.

Хотя на первый взгляд это кажется странным, но создание электродвигателей с очень малой частотой вращения оказалось столь же сложной задачей, как и создание ультраскоростных машин. Обусловлено это прежде всего требованием иметь исключительно малую частоту вращения, составляющую в отдельных установках до одного оборота приблизительно за 5 суток. Наряду с этим, что не менее трудно, важно обеспечить высокую равномерность хода, динамическую точность и большой вращающий момент. Такие двигатели получили название моментных. Высокая равномерность хода достигается независимостью величины момента от углового положения ротора. Для обеспечения динамической точности, т. е. установки ротора в нужное положение в течение минимального времени, приходится доводить мощность двигателя до нескольких киловатт, а иногда и десятков киловатт. Это дает возможность преодолеть инерционность системы.

Моментные двигатели относятся к классу машин постоянного тока. Они найдут применение

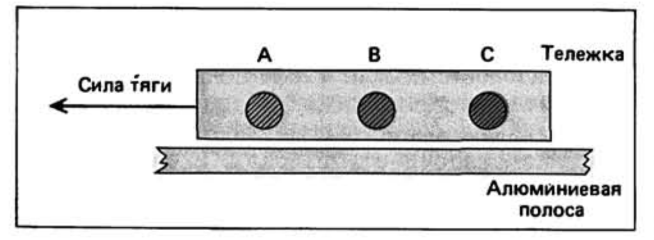


Рис. 1. Принципиальная схема линейного двигателя. В трех фазах обмотки (А, В и С) протекают переменные токи, смещенные во времени. В пространстве между обмоткой и алюминиевой полосой возникает магнитный поток, перемещающийся от фазы А к фазе В и далее к фазе С. В алюминиевой полосе появляются токи. В результате их взаимодействия с бегущим магнитным потоком возникает сила тяги, перемещающая тележку

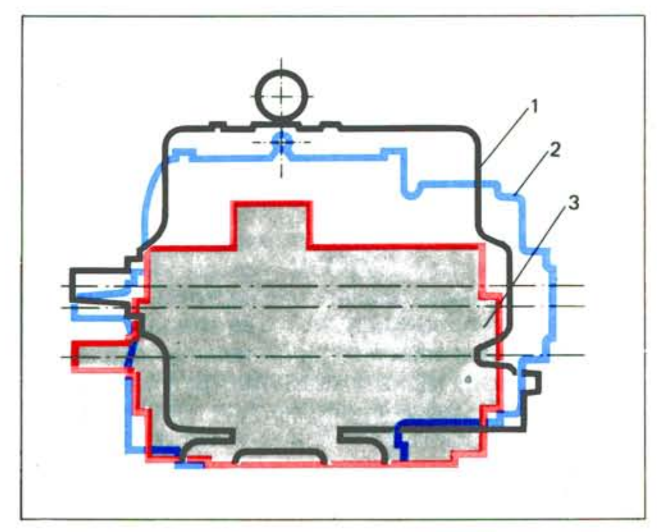


Рис. 2. Габариты электродвигателей постоянного тока мощностью 30 кВт трех поколений: 1 — поколение 30-х годов; 2 — поколение 60-х годов; 3 — поколение 70-х годов

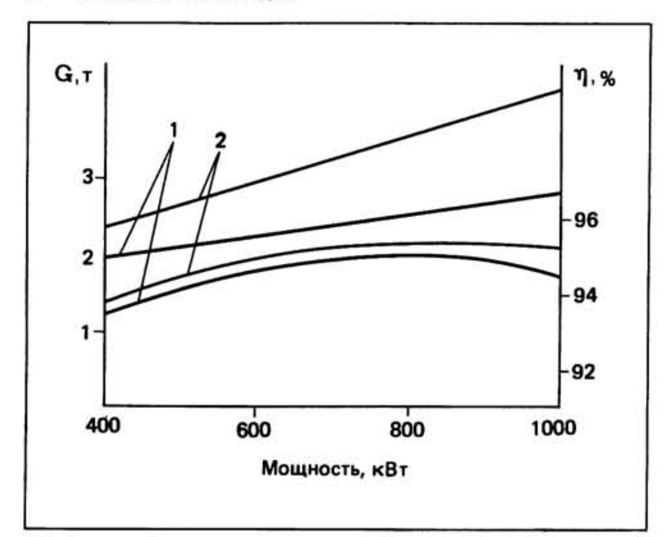


Рис. 3. Масса и КПД двух поколений высоковольтных асинхронных электродвигателей: 1 — поколение 60-х годов; 2 — поколение в стадии внедрения

при выполнении ряда высокоточных технологических операций, в мультипликаторах, роботах, при создании ряда приборов, применяемых в астрономии, и др.

Наряду с моментными двигателями для получения малых частот вращения могут применяться и другие типы двигателей. К ним относятся двигатели, работающие по принципу электромагнитной редукции, двигатели с катящимся и волновым роторами. Эти решения позволяют отказаться от механических понижающих редукторов и обеспечить повышенную точность действия.

Выше мы упоминали, что сначала создавались электрические машины с постоянными магнитами. Но постоянные магниты того времени имели небольшие магнитные индукции. Поэтому машины получались громоздкими. Переход на электромагниты в свое время был важным этапом в развитии электрических машин. Однако в последнее десятилетие созданы постоянные магниты с высокими магнитными характеристиками. Поэтому появилась возможность существенного упрощения электрических машин за счет отказа от электромагнитных полюсов, источников их питания и от щеточно-контактного аппарата. На основе выполненных в последние годы исследований были предложены методы расчета магнитоэлектрических машин.

Сначала создавались машины постоянного тока и синхронные машины с постоянными магнитами мощностью в несколько киловатт, а в настоящее время их мощность достигла нескольких десятков киловатт. За рубежом магнитоэлектрические машины выпускаются на мощности более 100 кВт. Следует иметь в виду, что магнитоэлектрические машины уступают машинам с электромагнитным возбуждением в возможности их регулирования.

В первых линейных электродвигателях использовалось возвратно-поступательное движение паровой машины, их КПД был менее 10%. Двигатель с вращательным движением был разработан в 1834 г. Б. С. Якоби, а в 1838 г. он применил его для электродвижения лодки по Неве. Вращательное движение стало единственным видом движения в электрических машинах. Однако во многих случаях, где исполнительный механизм совершает линейные или возвратно-поступательные движения, целесообразно использование линейных двигателей. Они могут быть успешно применены на конвейерах, в приводах элеваторов, эскалаторов, для электрической тяги, перекачивания и перемешивания жидких металлов, в машинах ударного действия, а также во многих металлорежущих станках с возвратно-поступательным движением. Применение линейных двигателей для указанных целей позволяет предельно упростить кинематическую систему за счет исключения промежуточных звеньев (зубчатые колеса, рейки, кулисы, эксцентрики и др.).

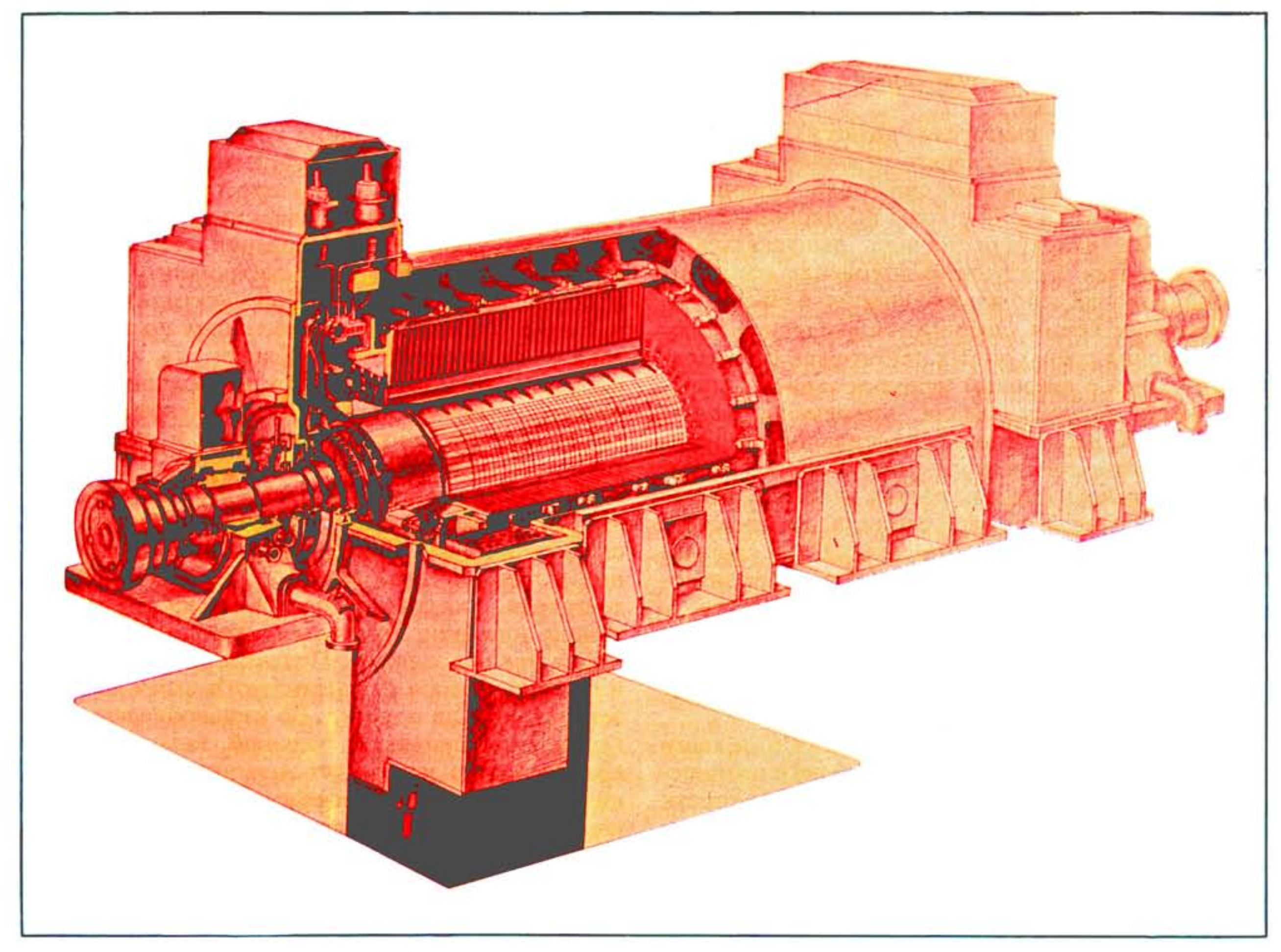


Рис. 4. Турбогенератор мощностью 1200 МВт с частотой вращения 3000 об/мин

В результате теоретических и экспериментальных исследований, проведенных, главным образом, в СССР, удалось значительно усовершенствовать конструкции линейных двигателей, повысить их мощность, силу тяги, довести КПД до 85%, а коэффициент мощности до 0,7. Все это открывает широкие возможности для практического использования линейных двигателей, внедрение которых в настоящее время еще находится в начальной стадии.

При рассмотрении новых направлений в области электромашиностроения вполне закономерен вопрос, а как идет развитие традиционных типов двигателей переменного и постоянного тока? Не подошли ли мы здесь к предельному использованию материалов, а следовательно, к предельным минимальным весам и габаритам машин для заданной мощности?

Для ответа на эти вопросы удобно сопоставить показатели двигателей разных «поколений», в частности, выпускаемых машин с вновь разработанными сериями.

Научно-технический прогресс в области двигателей постоянного тока характеризуется уменьшением габаритов, а следовательно, и весов при той же мощности и частоте вращения. Такой прогресс достигается прежде всего за счет применения пленочных полимид-амидных изоляционных материалов, позволяющих уменьшить толщину изоляции в 2 раза с одновременным повышением теплостойкости, а следовательно, и надежности. Важное значение для увеличения ресурса двигателей имеет разработка щеткодержателей с пружинами, обеспечивающими постоянное нажатие на щетку в процессе ее срабатывания.

Достижения в области уникальных машин постоянного тока лучше всего характеризуются созданием самых крупных в мире двигателей мощностью 17 600 кВт для привода винтов атомных ледоколов «Арктика» и «Сибирь».

Преобразование электрической энергии в механическую осуществляется преимущественно с помощью асинхронных электродвигателей. Для их производства ежегодно требуются миллионы тонн электротехнической стали, сотни тысяч тонн обмоточных проводов и других материалов. Поэтому исследования и перспективные предло-

жения позволяют именно здесь получить особенно большой экономический эффект за счет экономии материалов, повышения КПД и коэффициента мощности.

Асинхронные двигатели делятся на низковольтные двигатели общего назначения и на крупные высоковольтные двигатели. Впервые в мировой практике в 50-е годы асинхронные низковольтные двигатели начали выпускаться в СССР сериями. Следующее поколение серийных машин было введено в производство в 60-х годах. В настоящее время завершается внедрение нового поколения асинхронных двигателей. Их разработка велась с широким использованием вычислительной техники. Были применены новые виды сталей, изоляционных материалов, подшипников и технологического оборудования. В результате удалось снизить расход электротехнической стали и меди в новой серии по сравнению с предыдущей на 25% и повысить КПД в среднем на 1%. Срок службы возрос в 1,5 раза, производительность труда увеличилась в 2 раза.

Новое поколение двигателей отмечено и международным признанием, в 5 раз увеличился их экспорт, получены золотые медали на международных выставках.

Несмотря на крупные достижения в области асинхронных электродвигателей общего назначения, имеются вполне определенные возможности их дальнейшего развития. Сюда относится снижение вероятности выхода двигателей из строя в 2—3 раза, что может быть достигнуто за счет применения более теплостойкой изоляции на основе полиимидов, высокого качества пропитки, встроенной термической защиты и более высокой точности механической обработки. Дальнейшее снижение уровня шума возможно при использовании тепловых труб, термосифонов, теплопроводящих заполнителей вместо вентиляторов. Очень большое значение приобретают работы по встраиваемым в рабочие механизмы двигателям, а также по совмещению двигателей с приводными механизмами.

Имеются возможности дальнейшего повышения энергетических показателей и компактности машин.

Для разработки новой серии, исходя из задач на уровне 1985—1990 гг., создано объединенное конструкторское бюро из специалистов стран СЭВ. При этом будет использована система автоматизированного проектирования электрических машин (САПРЭМ), которая включит не только расчетные, но и графические работы. Одной из важнейших задач в разработке новой серии явится переход от автоматизации и механизации отдельных технологических процессов к комплексной автоматизации и механизации с широким использованием управляющих ЭВМ. Все это потребует реализации широкой программы научных исследований.

В 60-х годах впервые была освоена серия крупных высоковольтных асинхронных двигателей. В настоящее время в стадии внедрения находится следующая серия.

Достижения в создании крупных синхронных двигателей связаны с расширением диапазона их мощностей и улучшением энергетических показателей. Особо следует подчеркнуть результативность многолетних исследований систем возбуждения. Поскольку ротор синхронного электродвигателя представляет собой электромагнит, то для его питания необходим источник постоянного тока — возбудитель. Успехи в области полупроводниковой техники позволили исключить недостаточно надежный способ возбуждения от генератора постоянного тока и применить тиристорные выпрямители.

Разработаны и применяются два способа питания выпрямителей от сети переменного тока и от специальной дополнительной обмотки, уложенной в пазы статора вместе с главной обмоткой двигателя. Указанные способы возбуждения получили название статических, так как выпрямитель в них неподвижен. Подача постоянного тока в обмотку ротора осуществляется через два контактных кольца и щетки. Во взрывоопасных средах и помещениях с большой запыленностью крайне важно исключить контактные кольца и щетки. В результате проведенных исследований в нашей стране успешно внедрены так называемые бесщеточные системы возбуждения. В этих системах применяется вращающийся кремниевый выпрямитель, его напряжение постоянного тока подается непосредственно на обмотку ротора. Выпрямитель получает питание от синхронного генератора небольшой мощности, расположенного на общем валу с двигателем. Синхронный генератор имеет обращенное исполнение: его трехфазная обмотка расположена на роторе, а полюсная система — на статоре.

Следует обратить внимание на то важное обстоятельство, что оснащение двигателей быстродействующими системами возбуждения и автоматическими регуляторами возбуждения позволяет существенно повысить устойчивость их работы и создавать машины с меньшими массами.

Как известно, синхронный двигатель имеет перед асинхронным двигателем преимущество в том, что он не только требует для своей работы реактивной мощности от сети, но и сам может служить ее источником. Поэтому исследования, направленные на создание простых и надежных способов возбуждения, могут привести к более широкому использованию в народном хозяйстве крупных синхронных двигателей.

Рассмотрев научные проблемы и пути их реализации в области создания различных преобразователей электрической энергии в механическую, перейдем к проблемам преобразования ме-

ханической энергии в электрическую, которое осуществляется на тепловых, гидравлических и атомных электростанциях. Создание все более и более мощных синхронных генераторов — турбогенераторов на тепловых и атомных электростанциях и гидрогенераторов на гидроэлектростанциях является очень сложной научной и технической проблемой, требующей напряженной творческой работы многих коллективов.

Несмотря на длительный период сооружения тепловых электростанций, технологические схемы работы современных электростанций остаются такими же, как и первых электростанций, появившихся около 100 лет тому назад.

Уголь (или другое топливо) сжигается в топке парового котла. Образовавшийся пар под давлением поступает на лопатки паровой турбины, которая вращает турбогенератор, вырабатывающий электроэнергию. Пар на атомных электростанциях получают за счет тепла, выделяемого в реакторе при делении обогащенного урана. Плотина гидроэлектростанции создает напор воды, последняя приводит в движение рабочее колесо гидравлической турбины, а вместе с ним и ротор гидрогенератора. 88 процентов электроэнергии в стране вырабатывают турбогенераторы, остальную часть энергии — гидрогенераторы. Поэтому основной машиной энергетики является турбогенератор. Тем не менее работы в области гидрогенераторов в связи со строительством в Сибири наиболее мощных в мире ГЭС имеют важнейшее народнохозяйственное значение.

Анализ развития энергетики показывает, что выработка электроэнергии удваивается за каждые 10 лет. На уровне 1980 г. выработка электроэнергии в нашей стране по пятилетнему плану составит 1380 млрд. кВт-ч, а суммарная мощность электростанций будет около 288 млн. кВт. В связи с непрерывным увеличением мощностей электростанций возникает вопрос о том, какие мощности агрегатов должны лежать в основе развития современной энергетики. Укрупнение машин и агрегатов — характерная тенденция развития современной техники. Особенно наглядно эта тенденция проявляется в энергетике.

Рост мощностей энергетических агрегатов — единственно возможный путь обеспечения необходимых темпов электрификации страны, позволяющий значительно сократить трудовые и материальные затраты. Не случайно поэтому кривая выработки электроэнергии в стране практически совпадает с кривой максимальных мощностей турбогенераторов. Необходимо, однако, иметь в виду, что применение агрегата очень большой мощности и возможность аварийного выхода его из строя может потребовать увеличения мощности резерва в энергосистеме. Поэтому обычно принимается, что мощность наибольшего агрегата не должна превышать 10% от мощности энергосистемы. В связи с ростом мощностей энергосистем и строительством межсистемных связей допустимая максимальная мощность одиночных блоков в крупных энергосистемах получается достаточно большой.

Увеличение мощностей генераторов возможно в результате научно-технического прогресса не только в области электротехники, но также металлургии, химической промышленности, машиностроения и др. Рост мощностей генераторов — это большое достижение нашей науки и техники, особенно если учесть, что чем мощнее была создаваемая машина, тем сложнее оказывался комплекс проблем, встававших перед учеными, конструкторами и технологами. За 50 лет мощность турбогенераторов повысилась в нашей стране с 0,5 тыс. кВт (1924 г.) до 1200 тыс. кВт (1975 г.), т. е. в 2400 раз. Приблизительно за то же время мощность гидрогенераторов возросла с 8 тыс. кВт (1926 г., Волховская ГЭС) до 640 тыс. кВт (1978 г., Саяно-Шушенская ГЭС), т. е. в 80 раз.

Электромашиностроение СССР вышло на передовые позиции в мире, освоив серийное производство турбогенераторов 800 МВт и создав самый мощный в мире турбогенератор 1200 МВт при частоте вращения 3000 об/мин.

Какие главные научные проблемы пришлось решать, чтобы создать турбогенераторы 800 и 1200 МВт?

Прежде чем говорить об этом, остановимся на некоторых особенностях конструкции турбогенераторов. Ротор турбогенератора, сочленяемый муфтой с валопроводом паровой турбины, выполняется из массивной поковки магнитной стали. Во фрезерованных пазах ротора размещается обмотка возбуждения, создающая магнитное поле. Пазовая часть обмотки удерживается клиньями, а лобовые, торцевые части — бандажными кольцами. Цапфы вала располагаются в отдельно стоящих или в щитовых подшипниках. Постоянный ток подается к обмотке возбуждения через шины, расположенные в центре вала. Статор турбогенератора состоит из сердечника с обмоткой и корпуса. Сердечник набирается из штампованных сегментов листовой электротехнической стали с пазами. Обмотка статора укладывается в пазы и закрепляется клиньями, в лобовых частях она крепится с помощью колец и вязок к нажимным плитам. Последние с помощью призм стягивают сердечник.

Мощность генератора зависит от величины магнитного потока и скорости пересечения им обмотки статора, что в совокупности определяет напряжение машины, а также от плотности тока, следовательно, и от тока в обмотке статора. Вполне естественно стремление к максимальной частоте вращения. Чем больше размер ротора, тем больше его магнитный поток. Поэтому

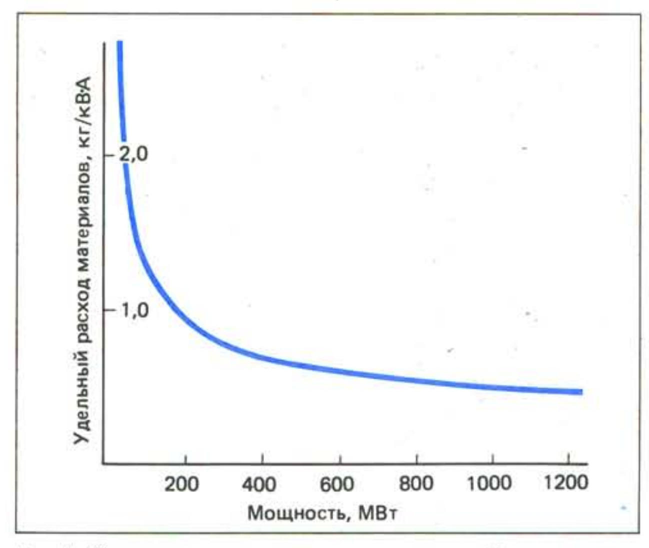


Рис. 5. Удельные расходы материалов для турбогенераторов

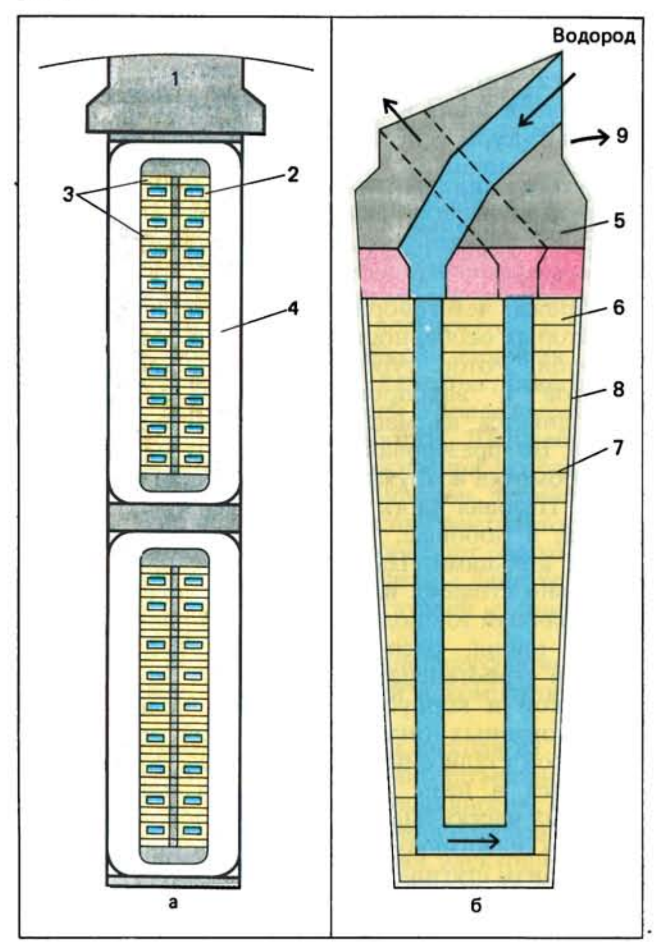


Рис. 6. Пазы статора (а) и ротора (б) турбогенератора большой мощности: 1 — статорный клин; 2 — полый изолированный проводник; 3 — сплошной изолированный проводник; 4 — изоляция стержня; 5 — роторный клин; 6 — проводник катушки ротора; 7 — изоляционная прокладка; 8 — роторная изоляционная коробка; 9 — направление вращения ротора

раньше конструкторы добивались роста мощности турбогенераторов в значительной степени за счет увеличения его габаритов. Однако эта возможность сейчас практически уже исчерпана. Чем это объясняется?

Длина той части ротора, на которой располагается обмотка (активная длина), не может быть существенно больше 8—9 м, иначе возникнут недопустимые прогибы, что вызовет повышенные вибрации. Наибольший диаметр ротора 1,2—1,3 м ограничен прочностью стали. А внешний диаметр статора ограничен возможностью его перевозки по железной дороге и составляет около 4,3 м.

Вполне естественным становится вопрос о том, каким образом было достигнуто резкое увеличение мощностей турбогенераторов при ограничении их размеров?

Возможности увеличения магнитного потока и частоты вращения были практически исчерпаны, и оставался последний путь — увеличение тока в обмотке статора. При ограниченных размерах машин это означает рост плотностей тока. Однако потери растут пропорционально квадрату тока, что неизбежно приводит к сильному нагреву машины. Надо было найти эффективные способы отвода тепла от машины раньше, чем температура успеет превысить допустимое значение.

Проблема охлаждения остается важнейшей в турбогенераторостроении и на сегодняшний день. Поэтому борьба за повышение единичной мощности турбогенератора есть, в сущности, поиск способов его охлаждения.

Следует иметь в виду, что при увеличении тока в обмотке статора растет его размагничивающее действие. Для восстановления магнитного потока приходится увеличивать ток в обмотке ротора. Более интенсивное использование машины, по существу, означает работу с повышенными плотностями тока не только в обмотке статора, но и в обмотке ротора.

В довоенные годы турбогенераторы охлаждались воздухом. Наибольшая достигаемая при этом мощность составляла 100 тыс. кВт. Лучше, чем воздух, отбирает тепло водород, так как его теплопроводность почти в 7 раз выше. К тому же плотность водорода в 10 раз меньше. Ротору легче вращаться в менее вязкой среде, снижаются потери на трение; коэффициент полезного действия турбогенератора увеличивается примерно на один процент. Мощность турбогенератора при таком охлаждении удалось поднять до 150 тыс. кВт. В этой машине водород омывал наружную поверхность ротора и поверхность вентиляционных каналов сердечника статора. Поэтому обмотки охлаждались косвенно. Для повышения эффективности охлаждения обмоток их проводники были сделаны полыми и через них прогонялся водород. Генератор с таким непо-

средственным охлаждением достигал уже мощности 200 МВт.

Дальнейший рост мощности потребовал еще более интенсивного охлаждения. Следующий шаг был связан, казалось бы, с очень рискованным решением: введением воды в полые медные проводники высоковольтной обмотки статора. При малейшем увлажнении изоляции мог произойти ее пробой, короткое замыкание и повреждение машины. Заманчивость использования воды объяснялась тем, что ее теплопроводность в 3 раза, а теплоемкость в 3500 раз больше, чем у водорода.

Применение непосредственного водяного охлаждения для обмоток статора, где вода под давлением прогоняется по полым проводникам вблизи изоляции стержней, потребовало многочисленных исследований и тщательного исполнения водяных трактов для полного исключения утечки воды. Высокое электрическое сопротивление воды и устранение коррозии меди достигается за счет использования дистиллированной воды и обеспечения очень низкого уровня содержания в воде кислорода и углекислого газа. Непосредственное водяное охлаждение обмотки статора и непосредственное водородное охлаждение обмотки ротора позволили создать турбогенераторы мощностью 300, 500, 800 и, наконец, 1200 тыс. кВт. Машины меньшей мощности (150 тыс. кВт) тоже были переведены на этот способ охлаждения. Однако увеличение мощностей сопровождается повышением давления водорода. Вполне естественно, что повышенное давление требует более прочного корпуса, сложных уплотнений вала и приводит к некоторому увеличению потерь на трение ротора о газ. Все это будет создавать определенные трудности при переходе к следующему диапазону мощностей, которые потребуются к 1990 г.

Рассмотренная выше проблема охлаждения хотя и является центральной, но она далеко не единственная.

Масса уникального ротора турбогенератора 1200 тыс. кВт приблизительно равна 105 т. Для такого ротора потребовался слиток массой 230 т с высокой однородностью (без пустот, раковин, трещин, вредных включений). В СССР такой слиток был отлит впервые. Для этой цели на Ижорском заводе им. А. А. Жданова использовали две электропечи и одну мартеновскую печь. Важно было получить одновременно из всех печей жидкую сталь очень близкого состава. Ковка слитка выполнялась с помощью пресса 12 тыс. т.

Особое внимание уделяется высокоточной механической обработке и балансировке роторов. Для этой цели применяются уникальные фрезерные станки и балансировочные стенды с использованием ЭВМ. В результате удается достигнуть двойной амплитуды вибраций на под-

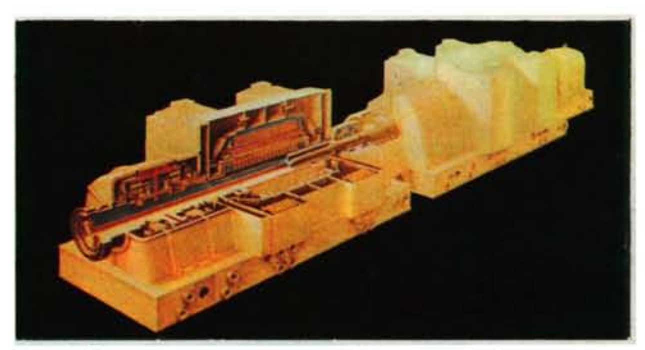


Рис. 7. Бесщеточная система возбуждения турбогенератора мощностью 1200 МВт (источник питания постоянного тока для обмотки ротора)
Система состоит из двух одинаковых возбудителей. Один из возбудителей показан в аксонометрическом изображении. В его правой части виден генератор переменного тока, а в левой части два колеса (положительной и отрицательной полярности) с кремниевыми диодами и плавкими предохранителями

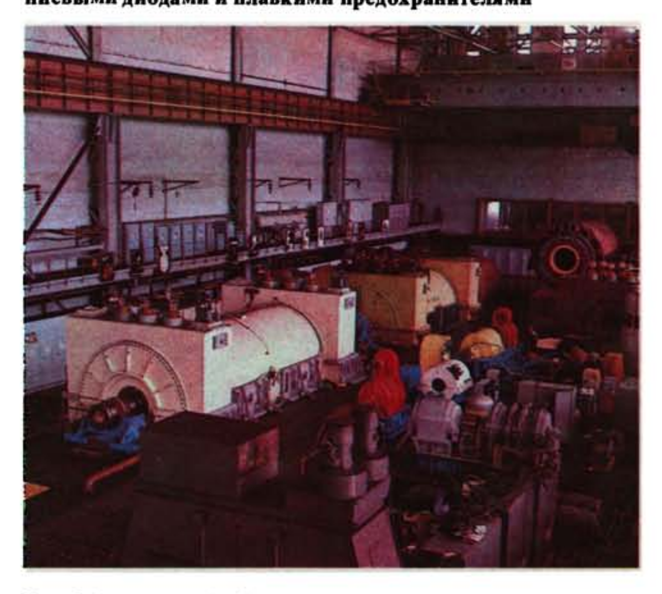


Рис. 8. (в середине). Стенд для испытания турбогенераторов под нагрузкой. На переднем плане — турбогенератор 1200 МВт, рядом нагрузочный генератор с электродвигателем

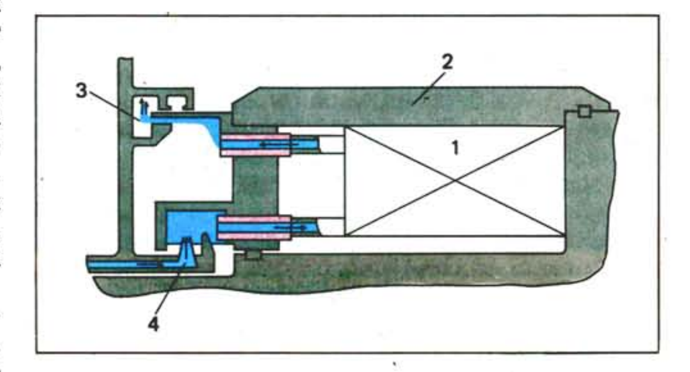


Рис. 9. Конструктивная схема водяного охлаждения обмотки ротора турбогенератора: 1 — обмотка ротора; 2 — бандажное кольцо; 3 — сливная камера; 4 — вода

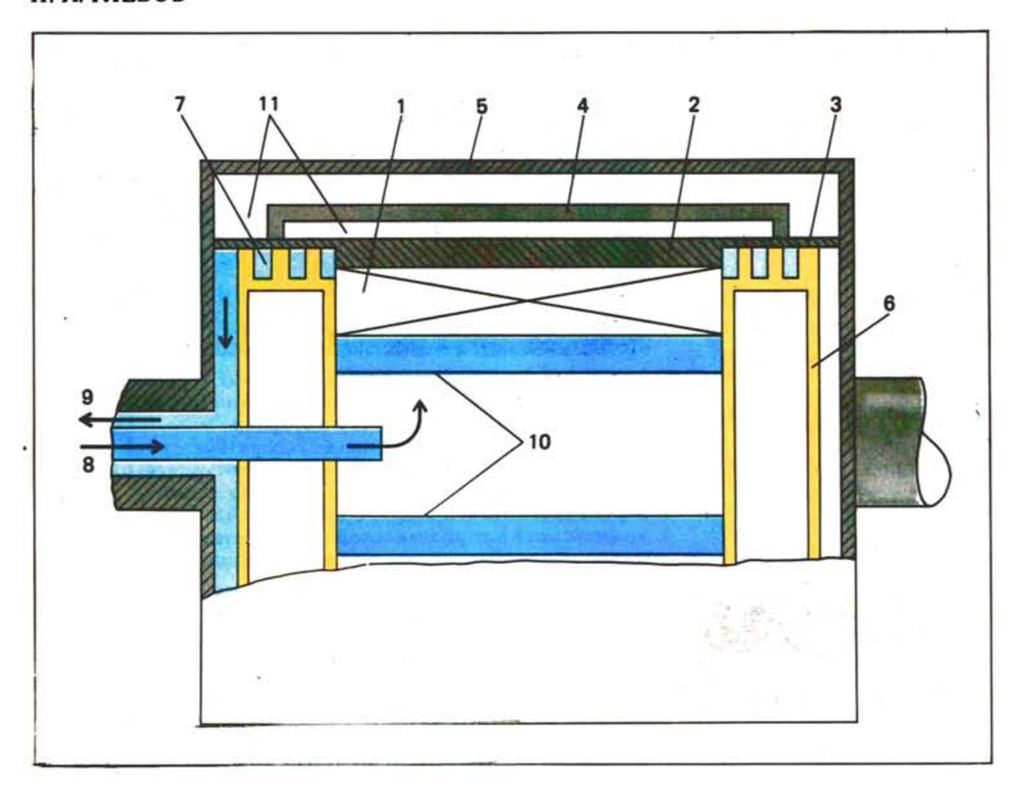


Рис. 10. Принципиальная конструктивная схема ротора со сверхпроводящей обмоткой: 1 — сверхпроводящая обмотка возбуждения; 2 — бандажный цилиндр; 3 — тепловой мост (часть бандажного цилиндра уменьшенной толщины для снижения теплопритока); 4 — тепловой экран (70 К); 5 — электромагнитный экран; 6 — вакуумная пробка; 7 — спиралевидные каналы для газообразного гелия; 8 — ввод жидкого гелия (4,2 К); 9 — вывод газообразного гелия; 10 — уровень жидкого гелия при вращении ротора; 11 — вакуум. Жидкий гелий проходит через каналы обмотки ротора, снимает теплопритоки и испаряется, газообразный гелий охлаждает тепловые мосты и при комнатной температуре возвращается в рефрижератор. Плотность тока в сверхпроводниках составляет 100 А/мм² и более, благодаря чему обмотка ротора создает большой магнитный поток. Последний индуктирует ЭДС в обмотке статора, имеющей нормальную температуру

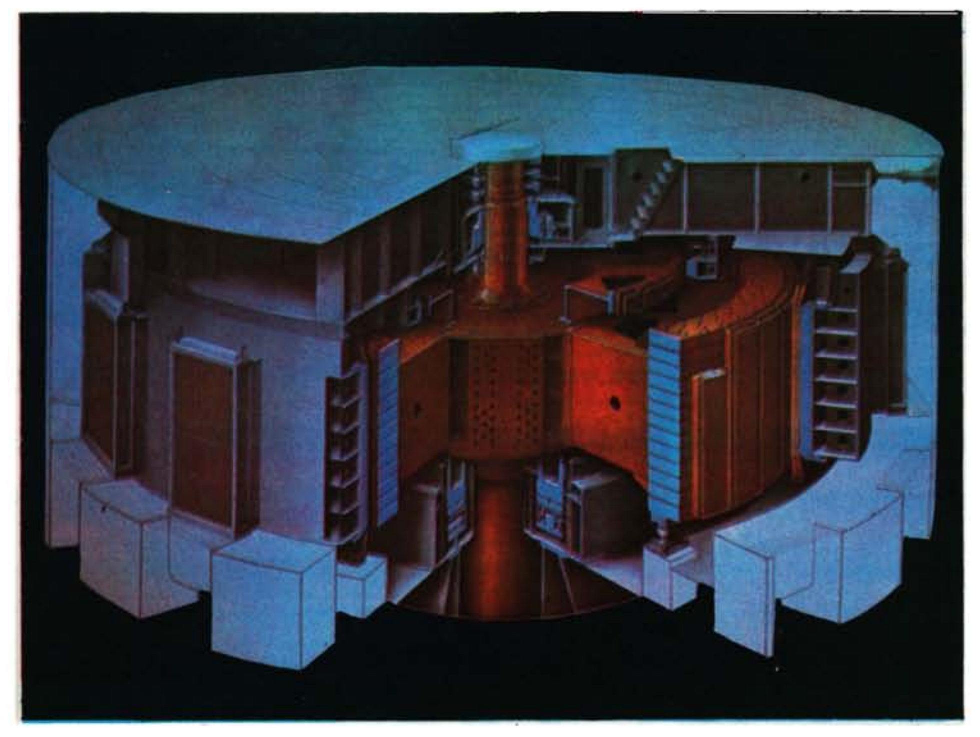


Рис. 11. Гидрогенератор Саяно-Шушенской ГЭС мощностью 640 МВт. Видна верхняя крестовина, ротор и статор генератора и подпятник (расположен ниже ротора). Между верхней крестовиной и ротором гидрогенератора виден ротор и статор возбудительного генератора. Контактные кольца и щетки для подвода постоянного тока к обмотке ротора размещены в верхней части машины

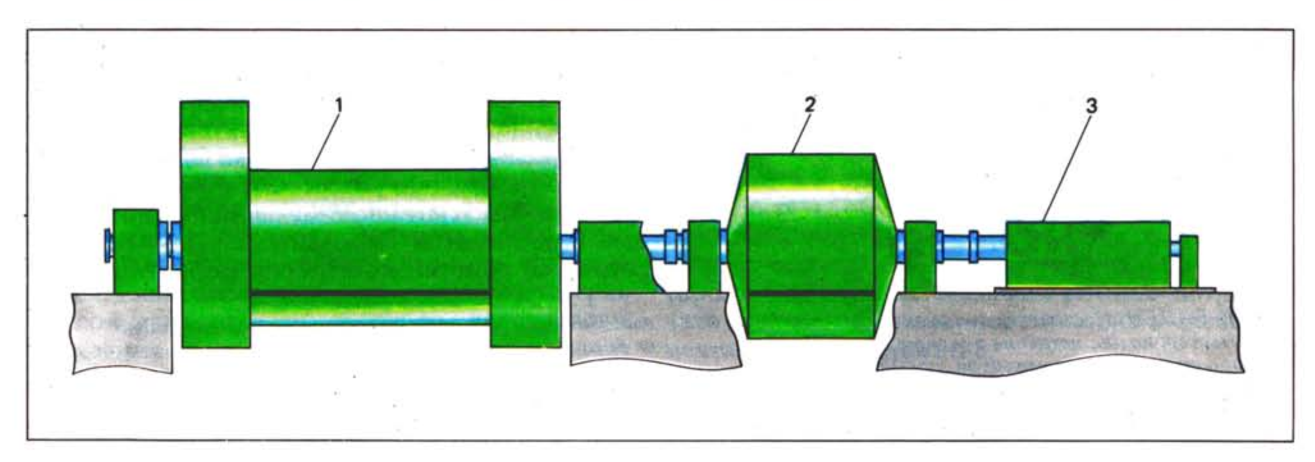


Рис. 12. Капсульный гидрогенератор Саратовской ГЭС мощностью 45 МВт. Генератор имеет горизонтальное исполнение. Статор и ротор размещены в капсуле

Рис. 13. Электромашинный агрегат с инерционным накопителем энергии: 1 — турбогенератор; 2 — маховик; 3 — электродвигатель

шипниках в пределах 10 мкм. Это уникальный результат для роторов с массой до 110 т.

Особые требования предъявляются к магнитной стали ротора. Полученные характеристики находятся на уровне лучших мировых достижений. Еще более высокие требования предъявляются к стали бандажных колец, которые насаживаются на массивную бочку. Эта технологическая операция является исключительно сложной особенно для бандажных колец с большими диаметрами, которые необходимы для очень крупных турбогенераторов. Поэтому данной проблеме уделяется большое внимание как в СССР, так и за рубежом. Весьма перспективно применение титана вместо аустенитной стали. Наиболее существенные результаты здесь получены в нашей стране.

Как уже было сказано выше, рост мощностей турбогенераторов происходит в основном за счет увеличения тока обмотки статора. В результате этого возникают огромные электромагнитные силы как в нормальных, так, в особенности, и в аварийных режимах (при коротких замыканиях). Эти силы вызывают большие вибрации частотой 100 Гц и после некоторого времени работы приводят к разрушению обмотки. Одно время казалось, что не удастся решить проблему надежного крепления обмоток статора. Однако поисковые исследования в данной области завершились созданием так называемых формующихся материалов и самоусаживающихся лент. Формующиеся материалы в начальной стадии пластичны. Они используются в качестве прокладок между стержнями обмотки и жесткими крепящими элементами. В дальнейшем обмотка подвергается воздействию нагретого воздуха. Формующиеся материалы становятся жесткими, а самоусаживающиеся ленты дополнительно стягивают обмотку. В результате обмотка превращается в монолит. Отечественное турбогенераторостроение достигло рекордно малых вибраций обмоток.

Следующая важная проблема — снижение уровня шума. Это одна из труднейших задач в современном электромашиностроении. Для ее решения нужно прежде всего уменьшить вибрации корпуса. В результате широкого круга теоретических и экспериментальных исследований на наших заводах, и в первую очередь в Ленинградском объединении «Электросила» им. С. М. Кирова, достигнут уровень вибрации корпуса в пределах 10 мкм. Это — лучший результат в мире. Для получения такого низкого уровня вибраций потребовалось применение эластичных механических связей между сердечником статора и его корпусом.

Прогресс в области генераторов невозможен без развития высоковольтной изоляции. Применение новой термореактивной изоляции с использованием стеклослюдинитовых лент и синтетических эпоксидных смол позволило сделать обмотки более прочными в электрическом и механическом отношении, а также более теплостойкими. В дальнейшем необходимо увеличение содержания слюды в изоляции, которая в основном и обеспечивает электрическую прочность. При этом появится возможность уменьшения толщины изоляции, а следовательно, и увеличения мощности машин в тех же габаритах.

Еще одной весьма трудной научной и технической проблемой является подача большого постоянного тока в обмотку ротора. Контактные кольца с щетками в этих условиях становятся ненадежными. Каким образом удалось преодолеть эту трудность? Выяснилось, что необходимо отказаться от обычных решений и применять так называемую бесщеточную систему возбуждения. Здесь выпрямитель вращается, поэтому выпрямленное напряжение может быть передано прямо к обмотке ротора. В выпрямителе применяются роторные кремниевые диоды, а сам он размещается на двух колесах, изолированных от вала. Возбудитель-генератор переменного тока имеет «обращенное» исполнение: магнитный поток создается неподвижными полюсами, ЭДС индуктируется в трехфазном роторе. Ток ротора турбогенератора изменяется за счет регулирования тока обмотки полюсов возбудителя. Для питания последней обмотки имеется подвозбудитель (ин-

сто лет назад

БАДЕН-БАДЕН. Настанет великая эпоха в истории человечества, когда, истребив все запасы каменного угля, оно воспользуется теплотой, посылаемой на Землю Солнцем, разложит воду на элементы и пламя водорода сделает источником механической силы, заставит работать водопады и в электричестве найдет средство заменить паровые машины, которые употребляются ныне и которые станут слишком дороги и слишком неудобны.

«Revue Scientifique», 7 февраля 1880 г.

АВСТРИЯ. На Нижне-Австрийской промышленной выставке устроена была электрическая железная дорога, которая приводится в движение двумя машинами Грамма. Мы не будем подвергать критике самого выполнения этого дела, достаточно того, что нашелся промышленник, имевший мужество, несмотря на значительные издержки, которые едва ли могут окупиться, привлечь общественное внимание на такой важный вопрос, как применение электричества к механическим целям. Во всех изобретениях существует известная стадия, в которой лабораторные испытания не могут повести к дальнейшим успехам, до испытания же на практике дело еще не дошло. В этой опаснейшей стадии развития и находится в настоящее время вопрос электрических железных дорог. Практика должна показать теперь, насколько они применимы.

«Электричество», № 8—9, 1880 г.

дукторного типа с постоянными магнитами). Для турбогенератора 1200 тыс. кВт применены две возбудительные системы, работающие параллельно.

Впервые в мировой практике в СССР создан крупный экспериментальный тиристорный бесщеточный возбудитель для турбогенератора мощностью 300 тыс. кВт. Такой возбудитель установлен на Киришской ГРЭС. В данном случае изменение тока возбуждения турбогенератора достигается с помощью регулирования тиристоров. Управляющие напряжения к тиристорам передаются через динамические трансформаторы.

Применение бесщеточных возбудителей в мощных синхронных компенсаторах, используемых для поддержания напряжения в высоковольтных сетях, позволило существенно повысить их надежность и радикально упростить условия эксплуатации. Это нововведение было сделано впервые в мире и получило в последние годы широкое распространение. Вместо контактных колец с щетками, работающими в среде водорода, для создания положительного и отрицательного тока возбуждения устанавливаются два диодных выпрямителя, что обеспечивает наиболее широкий диапазон регулирования реактивной мощности.

Для проверки работоспособности вновь создаваемых турбогенераторов еще до отправки их на электростанцию в Ленинградском объединении «Электросила» им. С. М. Кирова был создан уникальный единственный в мире стенд с регистрацией сотен явлений и последующей их обработкой с помощью ЭВМ. Этот стенд позволил исследовать и испытывать головные образцы турбогенераторов не только в режиме холостого хода, но и под нагрузкой.

Следует упомянуть об одном новом явлении в области турбогенераторов. Всегда считалось, что валопроводы турбоагрегатов испытывают наибольшее ударное воздействие при внезапных коротких замыканиях генераторов. Однако в последние годы в нашем институте было установлено, что максимальные вращающие моменты могут быть не при коротком замыкании, а при отключении генератора. Информация об этом новом явлении сначала была встречена с недоверием. Однако после экспериментальной проверки все сомнения исчезли, и теперь валопроводы необходимо рассчитывать с учетом повышенных ударных воздействий.

Каковы ближайшие задачи в области турбогенераторов? В настоящее время разработаны, а в конце десятой пятилетки будут сделаны первые турбогенераторы для атомных электростанций мощностью 1 млн. кВт с частотой вращения 1500 об/мин. В них будет применена та же система охлаждения, что и в турбогенераторе 1200 тыс. кВт. Вполне естественно, что они должны быть четырехполюсными. В связи с меньшей частотой вращения роторы таких турбогенераторов должны иметь большой поток, а следовательно, размеры и массы. Последняя в турбогенераторе на 1 млн. кВт будет 160 т. Создание ротора с такой большой массой является очень сложной проблемой. На Ижорском заводе им. А. А. Жданова изготовлен сварнокованый ротор такой массы из трех слитков.

При рассмотрении дальнейших задач турбогенераторостроения естественно поставить вопрос: какие же возможны новые пути при создании турбогенераторов мощностью 2000—2500 МВт и более? Эти мощности потребуются в последнем десятилетии нашего века. Однако чтобы иметь к указанному времени машины такой мощности, уже сегодня нужно вести интенсивные исследовательские работы и создавать прототипы новых машин, правда, пока с меньшей мощностью.

Есть два главных направления работ: развитие традиционных конструкций и внедрение принципиально новых, нетрадиционных решений.

Прогнозные оценки характеристик стали показывают, что хотя в будущем и появится возможность некоторого увеличения размеров поковок роторов и бандажных колец, тем не менее потребуется значительная интенсификация охлаждения машин. Единственный резерв для турбогенераторов традиционного исполнения — введение воды в роторную обмотку и установка водяных охладителей в сердечнике статора. Расчетные оценки показывают, что при этом мощность турбогенератора в тех же габаритах может возрасти на 30%. Уже сейчас в СССР накоплен значительный опыт в использовании водяного охлаждения роторных обмоток. Именно у нас впервые в мире эти новые идеи получили практическую реализацию. В настоящее время на ряде электростанций успешно эксплуатируются турбогенераторы мощностью 500 тыс. кВт, с частотой вращения 3000 об/мин. Изготовлены два турбогенератора мощностью 500 тыс. кВт с частотой вращения 1 500 об/мин. Во всех работающих сейчас на электростанциях машинах вода подается и отводится через вал, между каналами в валу и обмотке имеются соединительные трубки. Корпус машин заполняется водородом. Вполне естественно, что создание турбогенераторов с водяным охлаждением роторов потребовало большого объема теоретических и экспериментальных исследований.

Есть и другое оригинальное решение, позволяющее исключить механическую связь между неподвижными и вращающимися водными трактами. Вода из неподвижной трубы поступает на поверхность вращающего кольца, откуда идет в каналы обмотки ротора. Обмотка ротора в данном случае работает как насос и выбрасывает воду на внутреннюю поверхность второго кольца большого диаметра. Отсюда вода стекает в приемную камеру и затем снова поступает в трубо-

провод подачи воды. Можно ожидать, что такая простая конструкция обеспечит наиболее высокий уровень надежности. Охлаждение сердечника осуществляется силуминовыми охладителями, которые устанавливаются между пакетами сердечника, выполненного, как и обычно, из листовой электротехнической стали. Корпус может заполняться воздухом или азотом под давлением, несколько большим атмосферного. Это позволяет отказаться от сложных масляных уплотнений вала, применяемых в водородных машинах. В настоящее время два таких турбогенератора мощностью по 60 тыс. кВт находятся в эксплуатации. Кроме того, сделан и испытан турбогенератор мощностью 800 тыс. кВт с частотой вращения 3000 об/мин. Успешная эксплуатация новых машин может иметь следствием использование новой системы охлаждения не только в сверхмощных генераторах, но и для генераторов уже освоенного диапазона мощностей.

Каким образом преодолеть ограничения мощностей турбогенераторов традиционного исполнения? Выход состоит в переходе к принципиально новым решениям: беспазовым и сверхпроводящим машинам.

Для получения приемлемых значений индуктивных сопротивлений турбогенераторов, обеспечивающих устойчивость их работы в энергосистемах, приходится по мере роста мощности все более увеличивать зазор между статором и ротором. В этих условиях возможно разместить обмотку статора в зазоре, тем самым исключить пазы и зубцы и уменьшить наружный диаметр статора. Сохранение же диаметра позволяет увеличить мощность машины. Дальнейший рост мощностей может быть достигнут за счет отказа от зубцовой зоны ротора.

Радикальное решение проблемы мощностей в интересах будущего развития энергетики может быть достигнуто на основе использования сверхпроводников. Как известно, некоторые сплавы при очень низких температурах становятся сверхпроводящими. В этом случае можно иметь плотности тока в десятки раз большие, чем в обычных медных проводниках. Изучение возможности конструктивных решений показало целесообразность выполнения ротора со сверхпроводящей обмоткой, статор же может иметь обычную, комнатную температуру. В настоящее время наиболее приемлемый сверхпроводник — сплав ниобия с титаном, а хладоагент — жидкий гелий.

Турбогенераторы со сверхпроводящей обмоткой возбуждения характеризуются редким в технике сочетанием возможностей уменьшения массы и габаритов с одновременным повышением КПД.

В настоящее время особенно большое научное значение имеют работы, относящиеся к специфическим проблемам электрофизического и теплофизического характера, а также к процессам механики во вращающемся криостате-роторе при температуре жидкого гелия. Использование явления сверхпроводимости требует специальных мер по демпфированию качаний роторов криотурбогенераторов при их работе в энергосистеме.

Во ВНИИэлектромашиностроения были созданы и испытаны модельные сверхпроводниковые машины мощностью 18 и 1200 кВт. Здесь же завершено изготовление самого крупного в мире сверхпроводникового турбогенератора мощностью 20 тыс. кВА при частоте вращения 3000 об/мин. В этом генераторе жидкий гелий подается в ротор через центральное отверстие в валу, проходит обмотку и уже в газообразном состоянии возвращается через тепловые мосты и канал с кольцеобразным сечением в валу. Ротор имеет тепловой экран, область между наружным и внутренним цилиндрами вакуумирована. В торцевых частях ротора находятся тепловые мосты и вакуумные пробки. Электромагнитные возможности ротора могут быть использованы только при большом количестве меди в обмотке статора. Поэтому обмотка вынесена в зазор. Ее разводка в лобовых частях и крепление представляют сложнейшую научно-техническую проблему. Охлаждение статора рассчитано на использование фреона и масла, для чего в машине имеется разделительный цилиндр.

Следующий этап — создание сверхпроводникового турбогенератора мощностью 300 тыс. кВт с частотой вращения 3000 об/мин.

Рассмотрев основные направления научно-технического прогресса в области турбогенераторостроения, остановимся на достижениях в разработке и производстве гидрогенераторов. Следует прежде всего отметить, что Советский Союз занимает лидирующее положение в данной области. Строительство мощнейших в мире гидроэлектростанций потребовало решения многих научно-технических проблем при разработке и создании гидрогенераторов Братской, Красноярской, Нурекской, Ингурской, Саяно-Шушенской ГЭС. К таким проблемам относятся способы охлаждения, внедрение новой изоляции, новых видов возбудительных систем, применения усовершенствованной технологии сборки и др. Наиболее полно достижения турбогенераторостроения воплощены в турбогенераторах Саяно-Шушенской ГЭС. Здесь были использованы результаты исследований и опыта эксплуатации гидрогенераторов Красноярской ГЭС.

Гидрогенераторы имеют вертикальное исполнение. В отличие от турбогенераторов у них малая частота вращения и большой диаметр внутренней расточки статора. В мощных гидрогенераторах применяется водяное охлаждение обмотки статора и так называемое форсированное воздушное охлаждение обмотки ротора. В последнем случае между полюсом и обмоткой

создается зазор, а в самой обмотке — поперечные каналы. В результате ротор действует как вентилятор, прогоняя большие объемы воздуха через обмотку и тем самым обеспечивая интенсивное охлаждение. Создание водяного охлаждения обмотки статора гидрогенератора является более сложной задачей по сравнению с турбогенератором. Это объясняется тем, что число пазов и стержней обмотки статора в гидрогенераторе примерно на порядок больше, чем в турбогенераторе. Используется термореактивная изоляция обмоток. Сложнейший элемент гидрогенератора — подпятник. Он выдерживает вес роторов генератора и турбины, а также осевое давление воды. Нагрузка на подпятник гидрогенератора Саяно-Шушенской ГЭС равна 3250 т.

Для повышения пропускной способности линий электропередач применяются быстродействующие тиристорные системы возбуждения и автоматические регуляторы возбуждения, реагирующие не только на отклонение, но и на производные режимных параметров. Источником питания может служить вспомогательный синхронный генератор. Наряду с этим питание тиристорного выпрямителя возможно и от выводов главного генератора через трансформатор. Такая система возбуждения используется, в частности, для гидрогенераторов Нурекской ГЭС. Тиристорные выпрямители с оригинальными устройствами водяного охлаждения — статические установки. Поэтому ток в обмотку ротора подается через контактные кольца и щетки.

В области создания систем возбуждения и автоматических регуляторов возбуждения как для гидрогенераторов, так и для турбогенераторов Советский Союз занимает ведущее положение в мире.

В последнее время в СССР и за рубежом начинает находить применение новый тип генератора — капсульный. Агрегат имеет горизонтальное исполнение. Генератор и турбина расположены внутри капсулы, которая находится в потоке воды. Применение таких машин позволяет существенно снизить стоимость строительства низконапорных ГЭС. Наиболее мощные агрегаты такого типа работают на Саратовской ГЭС.

Одна из новых областей применения турбо- и гидрогенераторов — создание систем питания обмоток экспериментальных, а в дальнейшем и энергетических реакторов термоядерного синтеза. Здесь требуются очень мощные источники питания (сотни тысяч киловатт и более) с выдачей большой энергии в секундных диапазонах. В этих условиях накопление энергии во вращающихся массах обеспечивает наиболее высокие удельные показатели по сравнению с другими источниками питания. В качестве механических накопителей энергии могут быть применены как турбо-, так и гидрогенераторы.

В заключение необходимо еще раз подчеркнуть, что электрификация нашей страны теснейшим образом связана со все более широким применением различных способов электромеханического преобразования энергии. При этом происходит не только быстрый количественный рост выпуска электрических машин, но и их коренные качественные изменения, обусловленные новыми научно-техническими достижениями. В результате удалось успешно решить противоречивую задачу уменьшения масс машин при одновременном повышении КПД и уровня надежности, а также создать принципиально новые виды электрических машин.

АНДРЕЙ ВИКТОРОВИЧ ГАПОНОВ-ГРЕХОВ

(р. 1926) — физик, академик, директор Института прикладной физики АН СССР, лауреат Государственной премии СССР.

Родился в Москве. Окончил Горьковский университет в 1949. С 1949 по 1956 — сотрудник Горьковского исследовательского физико-технического института. В 1954 защитил докторскую диссертацию. С 1956 по 1977 — сотрудник Горьковского научно-исследовательского радиофизического института. В 1964 избран членом-корреспондентом АН СССР, а в 1968 — академиком. С 1977 — директор Института прикладной физики АН СССР.

Основные труды А. В. Гапонова-Грехова посвящены физике плазмы, физической электронике, электродинамике, теории колебаний и волн. Разработал теорию электромагнитных излучателей в резонансных объемах, провел теоретическое и экспериментальное исследование ударных электромагнитных волн и других нелинейных волновых явлений, предложил метод стабилизации пучков заряженных частиц высокочастотными полями, получил ряд важных результатов в области релятивистской электроники (мазеры на циклотронном резонансе, релятивистские черенковские излучатели).

В 1967 А. В. Гапонову-Грехову совместно с группой сотрудников присуждена Государственная премия СССР за теоретические и экспериментальные исследования индуцированного циклотронного излучения, приведшие к созданию нового класса электронных приборов — мазеров на циклотронном резонансе.

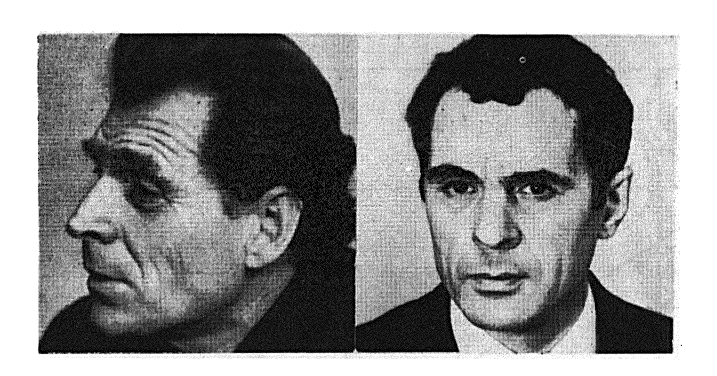
МИХАИЛ ИВАНОВИЧ ПЕТЕЛИН

(р. 1937) — специалист в области электроники сверхвысоких частот, заведующий лабораторией Института прикладной физики АН СССР, лауреат Государственной премии СССР.

Окончил в 1959 Горьковский университет. В 1959—1967 был аспирантом и сотрудником Горьковского университета, с 1967 сотрудником Горьковского научно-исследовательского радиофизического института, а с 1977 по настоящее время работает в Институте прикладной физики АН СССР.

Работы М. И. Петелина посвящены электронике больших мощностей. Принимал участие в теоретических и экспериментальных исследованиях различных типов индуцированного излучения релятивистских электронов.

В 1967 М. И. Петелину совместно с А. В. Гапоновым-Греховым присуждена Государственная премия СССР за теоретические и экспериментальные исследования индуцированного циклотронного излучения, приведшие к созданию нового класса электронных приборов—мазеров на циклотронном резонансе



АНДРЕЙ ВИКТОРОВИЧ ГАПОНОВ-ГРЕХОВ

МИХАИЛ ИВАНОВИЧ ПЕТЕЛИН

Мазеры на циклотронном резонансе

Среди многочисленных щедрых даров, которыми Природа наделила человека, одним из самых замечательных является его способность воспринимать электромагнитное излучение. Свет — электромагнитные волны с длинами порядка долей микрона — поставляет каждому из нас наиболее обильную, наиболее дистанционную и наиболее оперативную информацию об окружающем мире.

Прогресс науки существенно расширил возможности человека в использовании электромагнитного излучения. Рентгеновские лучи — волны короче 10^{-5} мм — позволяют заглядывать внутрь предметов, непрозрачных для света. Радиоволны — с длинами от метров до километров — позволяют осуществлять практически мгновенную связь между любыми двумя точками земной поверхности (а в последнее время и между космическими объектами).

Наиболее эффективны для значительного числа приложений источники электромагнитного излучения, основанные на сложении волн, которые порождаются согласованными между собой (когерентными) элементарными излучателями, в частности, отдельными электронами. Когерентные источники по сравнению с некогерентными (сравните лазер с осветительной лампочкой) обладают большей мощностью и большей направленностью излучения. Приемники когерентного излучения имеют повышенные избирательность и чувствительность.

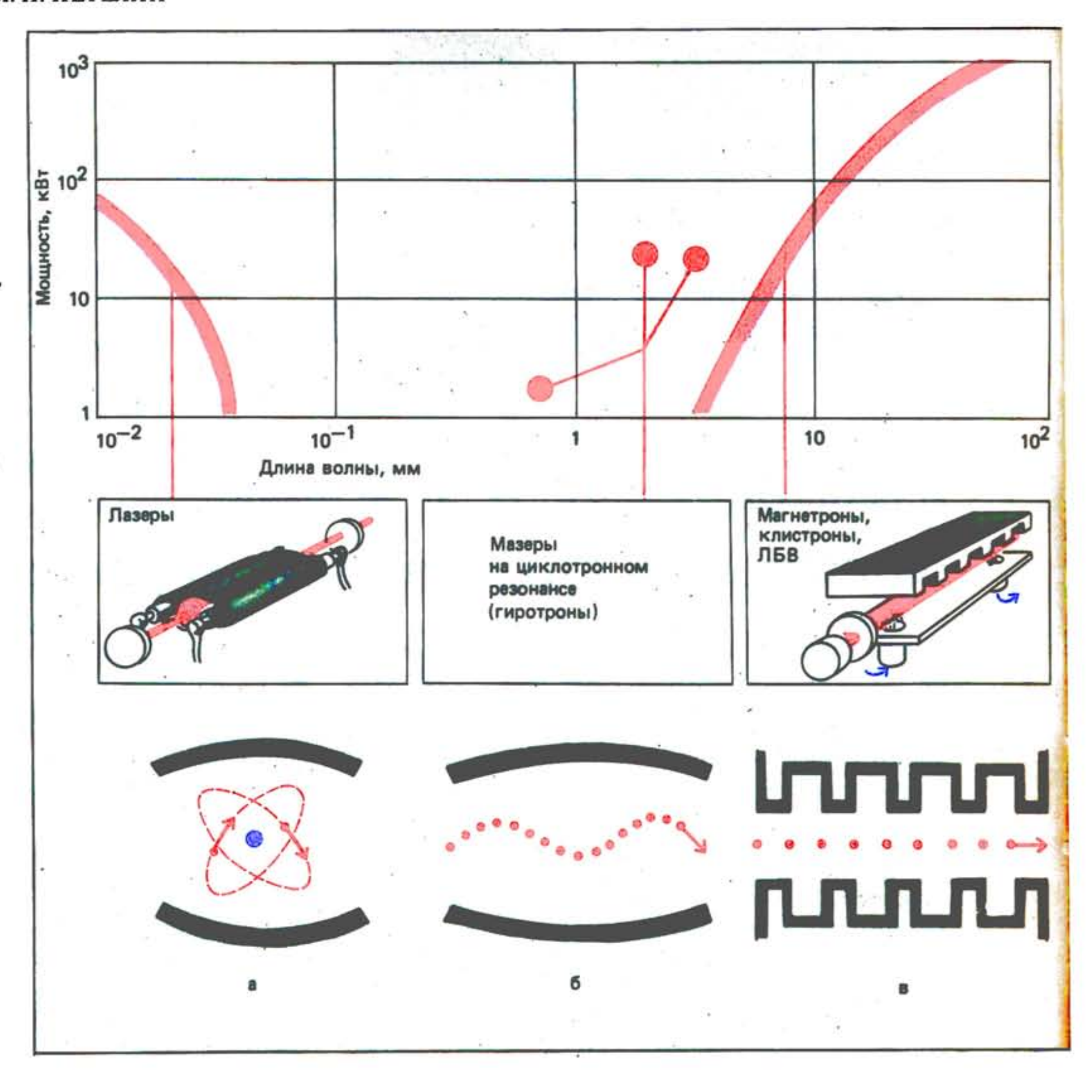
Продвижение источников когерентного электромагнитного излучения в новый диапазон частот или на качественно новый уровень мощности всякий раз открывало новые возможности перед различными областями науки и техники — стимулировало в относительно низкочастотном (радио) диапазоне развитие связи, локации, телевидения, ускорительной техники, радиоастрономии и т. д., а в относительно высокочастотном (оптическом) диапазоне послужило основой для прецизионной телеметрии, лазерной технологии и т. п.

Однако в промежутке между радио и оптическим диапазонами (рис. 1) — в диапазоне миллиметровых и субмиллиметровых волн — мощных источников когерентного излучения еще сравнительно недавно не существовало. Между тем этот диапазон заманчив для традиционных радиотехнических (локация, связь) и для новейших физических (нагрев плазмы в установках управляемого термоядерного синтеза, плазмохимия, спектроскопия) приложений.

Диапазон миллиметровых и субмиллиметровых волн оказался камнем преткновения для приборов, эффективно генерирующих как более длинные, так и более короткие волны, основанных соответственно на излучении свободных электронов (классические системы) и связанных электронов, совершающих микроскопические колебания в атоме (квантовые системы). К приборам первого типа относятся сеточные лампы, с помощью которых в первой трети нашего века был освоен «радиовещательный» диапазон метровых и более длинных волн, а также «сверхвысокочастотные» магнетрон, клистрон, лампа с бегущей волной (рис. 1в), обеспечившие в 40-х годах прорыв в «радиолокационный» диапазон дециметровых и сантиметровых волн. К приборам второго типа относятся лазеры (рис. 1а), позволившие получить когерентное излучение в оптическом, инфракрасном и ультрафиолетовом диапазонах длин волн.

Естественно возникает предположение, что для освоения области миллиметровых и субмиллиметровых волн, промежуточной между вотчинами свободных и связанных электронов, наиболее пригодными должны быть «полусвободные»

Рис. 1. Источники когерентного электромагнитного излучения делят между собой спектр волн следующим образом:
а **— в световом диапазоне используются лазеры, основанные на излучении связанных электронов (электронов в возбужденных атомах);**
б **— в промежуточном диапазоне наиболее перспективны приборы, основанные на излучении «полусвободных» электронов, совершающих колебания в макроскопическом статическом поле;**
в **— в диапазоне относительно длинных волн наиболее мощными являются приборы, основанные на излучении свободных электронов**



электроны, совершающие макроскопическое движение по периодическим траекториям в макроскопическом статическом поле (рис. 1б, 2), — классические осцилляторы (их движение может быть описано методами классической механики Ньютона).

Классический осциллятор (рис. 1б) по сравнению с электроном, движущимся равномерно и прямолинейно, (рис. 1в) гораздо менее «привередлив» к условиям, в которых он может порождать электромагнитное излучение, и в этом отношении подобен квантовому осциллятору — электрону в атоме (рис. 1а). Дело в том, что при равномерном прямолинейном движении в безграничном пустом пространстве (вакууме) электрон все свое поле «несет с собой» (оно сосредоточено вблизи электрона и в сопровождающей системе отсчета является чисто электростатическим). Чтобы «отцепить» от такого электрона часть его поля и преобразовать ее в электромагнитные волны, необходимо пропустить его вблизи какого-нибудь препятствия (рис. 1в) — через отверстие в экране («переходное» излучение), мимо гребенки с металлическими зубьями или в узком канале, прорезанном в диэлектрике (излучение Вавилова—Черенкова). Эти способы и используются обычно в вакуумной высокочастотной электронике — в клистронах, магнетронах, лампах с бегущей волной. Если же электрон движется неравномерно, ускоренно, в частности, совершает колебательное движение (рис. 1б, 2), то он сам как бы «стряхивает» с себя излучение, и для возникновения электромагнитных волн специальные условия уже не нужны.

С другой стороны, классический осциллятор — частица, движущаяся по макроскопической периодической траектории, — может, как и свободный электрон, обладать гораздо большей энергией, чем электрон в микроскопическом поле атома, а следовательно, и излучать гораздо бо́льшую энергию. Таким образом, классический осциллятор обладает достоинствами своих

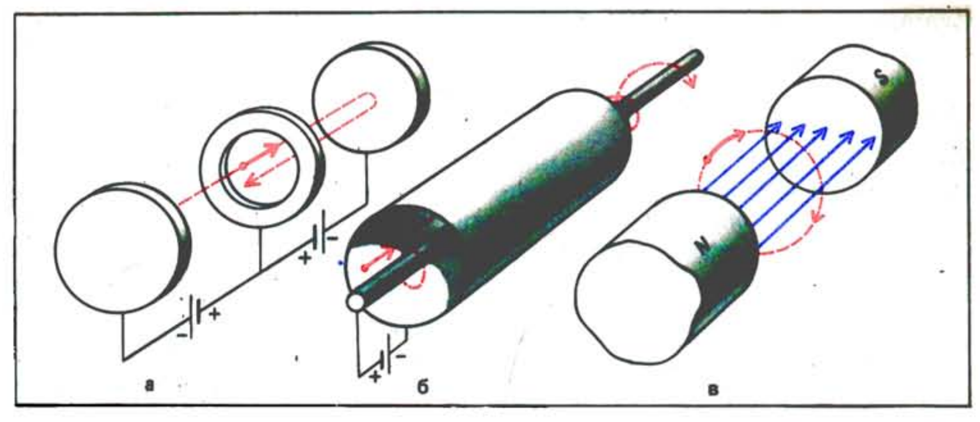


Рис. 2. Классический электрон-осциллятор — это электрон, колеблющийся в электрическом (а, б) или магнитном (в) макроскопическом статическом поле

ближайших «родственников», соседей по рис. 1, и в то же время лишен некоторых их существенных недостатков.

Особенно привлекательной разновидностью классического осциллятора является электрон, вращающийся с частотой, называемой «циклотронной», в однородном, не зависящем от координат статическом магнитном поле (рис. 2 в). Однородное магнитное поле может быть создано в принципе в очень большом объеме; заполнив этот объем вращающимися электронами, можно запасти в нем значительную энергию, что открывает перспективу получения когерентных электромагнитных волн большой мощности.

Приборы, основанные на использовании таких осцилляторов, получили название мазеры на циклотронном резонансе. Слово «мазер» — «maser» является аббревиатурой определения принципа действия, реализованного в квантовых генераторах и усилителях — «microwave amplification by stimulated emission of radiation» — «усиление микроволн стимулированным (индуцированным) излучением». В данном случае этот термин был распространен и на микроволновые приборы, использующие излучение классических осцилляторов; добавление «на циклотронном резонансе» отражает тот факт, что роль рабочего вещества в этом мазере играют электроны, вращающиеся в магнитном поле и излучающие на частоте, близкой к частоте циклотронного резонанса.

Забегая несколько вперед, можно отметить, что наиболее удачный практический вариант мазеров на циклотронном резонансе — гиротрон вполне оправдал возлагавшиеся на него надежды и уже позволил начать заполнение «миллиметрового» провала на диаграмме, характеризующей освоение спектра когерентных электромагнитных колебаний (рис. 1).

Индуцированное излучение электронов как способ получения когерентных электромагнитных колебаний

Несмотря на простоту и кажущуюся убедительность приведенных выше соображений, было бы ошибкой надеяться, что для генерации мощных электромагнитных колебаний с помощью классических электронных осцилляторов (в частности, электронов, вращающихся в магнитном поле) достаточно сильно их возбудить, т. е. сообщить им большую энергию. Проблема получения от ансамбля осцилляторов коллективного (когерентного) излучения эквивалентна следующей механической задаче (рис. 3). Пусть на упругой балке подвешено много одинаковых «возбужденных» (предварительно раскачанных) маятников. Могут ли легкие маятники, в каждом из которых запасено сравнительно мало энергии, раскачать большую тяжелую балку?

В свете многократно описанных историй с мостами, которые обрушивались под идущими «в ногу» подразделениями солдат, очевидна возможность резонансной раскачки балки при совпадении частоты ее собственных колебаний с частотой качания маятников и при условии, что маятники не только «возбуждены», но и заранее синхронизованы (качаются «в ногу»). Однако физической ситуации в реальном электронном приборе такая модель не описывает — к правде жизни ближе набор маятников, качающихся вразнобой (отряд солдат, шагающих не в ногу). Возникает вопрос: может ли балка своими малыми, «затравочными», колебаниями синхронизовать (сфазировать) маятники таким образом, чтобы они при последующем движении своим коллективным воздействием на балку увеличили размах ее колебаний? (Может ли мост сам «синхронизовать» солдат и раскачаться?) Положительный ответ на поставленный вопрос означал бы, что и ансамбль возбужденных классических электронов-осцилляторов может в определенных условиях «раскачивать» электромагнитную волну.

Прежде чем приступить непосредственно к анализу сформулированной проблемы, вспомним, как протекают аналогичные процессы в уже хорошо изученных квантовых (рис. 1 а) и классических (рис. 1 в) системах.

Квантовые осцилляторы. Электрон в атоме может обладать лишь вполне определенными (дискретными) значениями энергии и соответ-

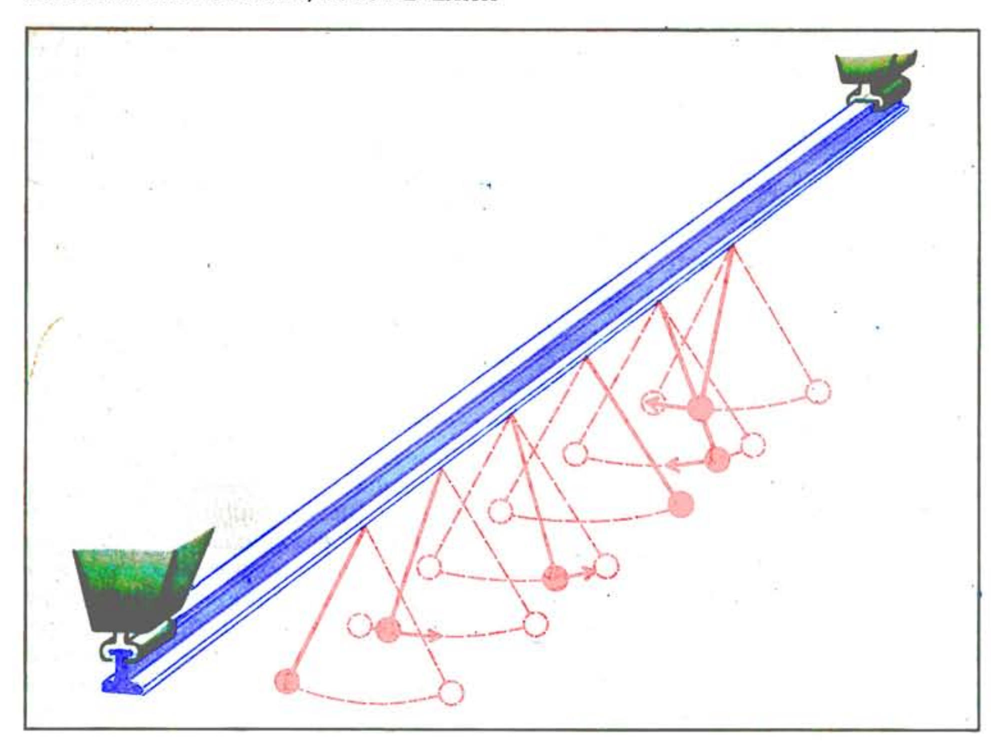
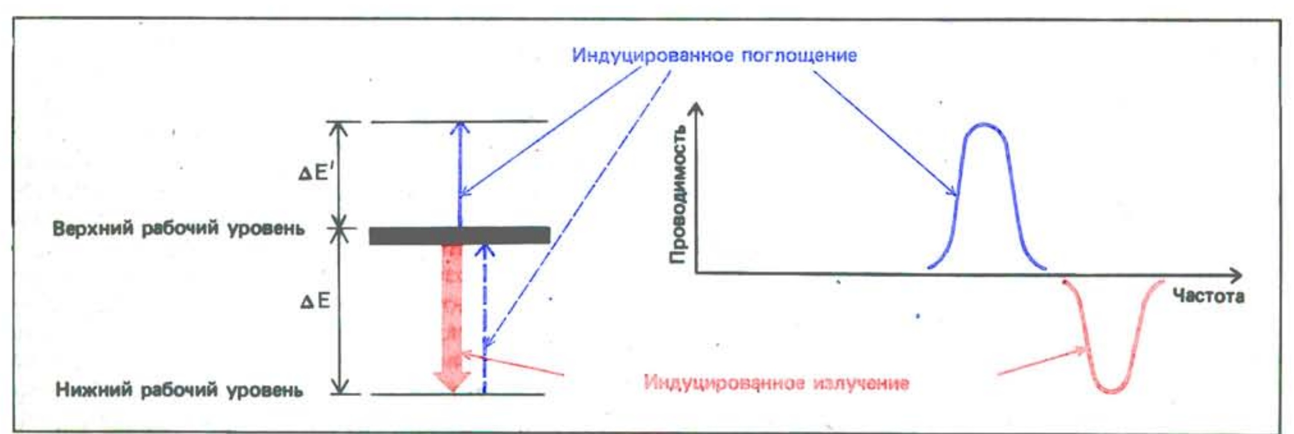


Рис. 3. Проблема когерентного индуцированного излучения электромагнитной волны стационарным ансамблем классических электронов-осцилляторов эквивалентна проблеме раскачки упругой балки совокупностью маятников, которые в исходном состоянии качаются вразнобой

Рис. 4. Электроны, заселяющие «возбужденный» энергетический уровень в атомах, на одних частотах индуцированно излучают, на других поглощают фотоны. Индуцированное излучение лежит в основе действия лазеров



ственно обмениваться с внешним электромагнитным полем только фотонами, энергии которых $h\nu$ (ν — частота фотона, h — постоянная Планка) равны расстояниям ΔE между энергетическими уровнями. А именно электрон, находящийся в состоянии с определенной энергией, может: а) излучить фотон самопроизвольно (спонтанно), б) поглотить фотон и. в) излучить фотон вынужденно (индуцированно) под действием внешнего излучения с частотой, равной частоте фотона.

В среде, состоящей из одинаковых атомов, спонтанное излучение разных электронов может дать в сумме лишь некогерентное излучение относительно низкой интенсивности. Для того чтобы возбужденные атомы согласованно отдавали энергию «общей» электромагнитной волне, необходимо использовать индуцированное излучение, обеспечив условия, при которых оно не подавлялось бы противоположным процессом — поглощением. Для этого, как известно, нужно, чтобы атомов с электронами, расположенными на верхнем из выбранных (рабочих) уровней, было больше, чем атомов с электронами, принадлежащими нижнему уровню (рис. 4).

Заметим, впрочем, что даже если электроны расположены только на верхнем (из двух выбранных) уровней, они могут поглощать излучение, переходя на один из еще более высоких уровней. Однако, поскольку в атоме расстояния между уровнями существенно разнятся между собой, то поглощаемые фотоны отличны по частоте от излучаемых. Проводимость такой возбужденной, активной среды, характеризующая ее отклик на воздействие переменного электромагнитного поля, зависит, следовательно, от ее частоты, при-

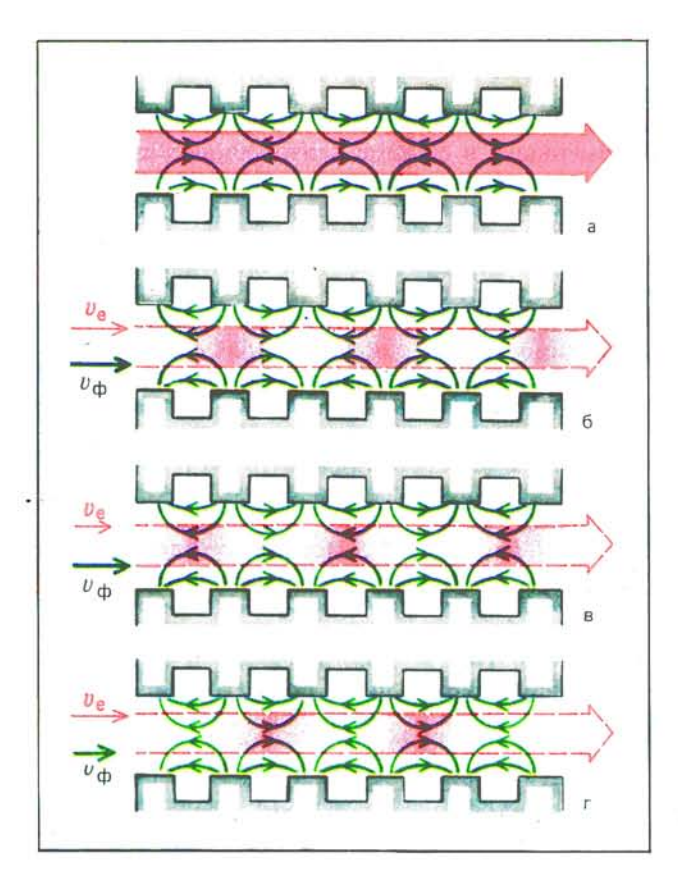


Рис. 5. Если электромагнитная волна действует на стационарный поток свободных электронов (а), то электроны при строгом синхронизме (б) группируются вблизи нулей продольной составляющей электрического поля, в случае «обгоняющей» волны (в) попадают в ускоряющее поле, а в случае «отстающей» волны (г) попадают в тормозящее поле (поскольку заряд электрона отрицателен, действующая на него сила противоположна электрическому полю волны). Процесс последнего типа используется в черенковских высокочастотных генераторах

чем зоны индуцированного поглощения (положительная проводимость) и индуцированного излучения (отрицательная проводимость) изолированы друг от друга.

Волна, частота которой приходится на зону отрицательной проводимости, индуцирует переходы электронов только между рабочими уровнями, присоединяя к себе энергию излученных фотонов, а увеличив свою амплитуду, оказывает на другие электроны еще большее индуцирующее воздействие и т. д. В результате волна лавинообразно нарастает. Эффект можно усилить, многократно прогоняя волну по одному и тому же участку активной среды с помощью системы зеркал (образующих резонатор), как это и делается в лазерах (рис. 1 а).

Свободные электроны. Понятия спонтанного и индуцированного излучения не могут быть непосредственно перенесены из квантовой теории в классическую (с квантовой точки зрения классическому движению частицы не соответствует чистое состояние с вполне определенной энергией), но естественным образом применимы к ансамблю «классических» частиц — к «непрерывному» потоку свободных электронов (рис. 5).

Стационарный поток, образованный свободными, равномерно и прямолинейно движущимися электронами, непосредственно создает подобно постоянному току, текущему по проводу, лишь статическое поле. Если же на этот поток подействовать «затравочным» излучением, то электроны собираются в сгустки, способные в свою очередь излучать электромагнитную волну. В зависимости от взаимной ориентации между полями излученной и «затравочной» волн их сумма может оказаться как больше, так и меньше «затравки». Таким образом, электронный поток может, вообще говоря, как усиливать, так и ослаблять электромагнитную волну, что равносильно квантовому утверждению о возможности преобладания либо индуцированного излучения, либо поглощения. Соотношение между этими процессами определяется соотношением между скоростью электронов v_e и скоростью волны $v_ф$.

При строгом синхронизме ($ve = vф$) половина электронов ускоряется, а половина замедляется (в зависимости от знака действующего на них продольного электрического поля). В результате «симметричного» смещения электроны группируются вблизи нулей продольного поля волны (рис. 5 б), так что поглощение энергии ускоряемыми электронами и излучение энергии тормозимыми электронами взаимно компенсируются. Если волна несколько обгоняет электроны, то каждый сгусток попадает на ускоряющий участок поля волны (рис 5 в — автофазировка) и поглощает ее энергию. В подобном режиме работают линейные ускорители заряженных частиц. Если же, наоборот, электроны несколько обгоняют волну, то каждый сгусток попадает в тормозящее поле (рис. 5 г — тоже автофазировка) и отдает волне свою энергию. Именно в этом режиме работают обычные высокочастотные электронные приборы, например, лампа с бегущей волной (рис. 1 в). Отметим, что для реализации описанного процесса нужно лишь небольшое отклонение от синхронизма $ve = vф$, при котором одиночный электрон продолжает излучение Вавилова—Черенкова. Поэтому и соответствующий тип индуцированного излучения электронного потока называется черенковским.

Классические осцилляторы. Вернемся к задаче о резонансном взаимодействии упругой балки с набором подвешенных к ней и качающихся вразнобой маятников (рис. 3).

Начнем с простейшего случая, когда сначала все маятники покоятся, а балка совершает малые колебания. Очевидно, что с течением времени маятники начнут колебаться в такт с балкой, черпая от нее колебательную энергию. Последнее

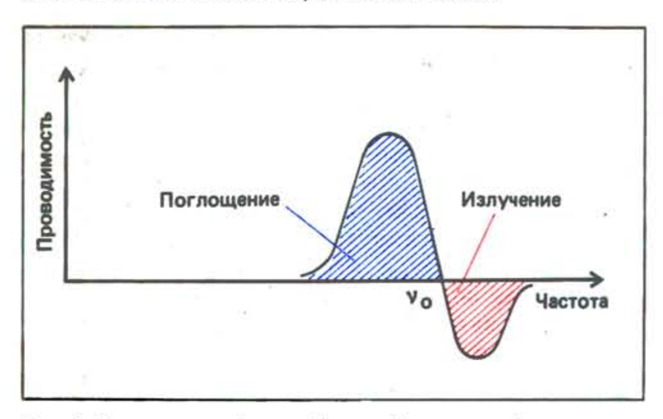


Рис. 6. Стационарный ансамбль возбужденных классических электронов-осцилляторов на одном интервале частот индуцированно излучает, на другом, смежном, индуцированно поглощает

остается справедливым, если начальная амплитуда маятников отлична от нуля, но мала настолько, что их собственную частоту можно считать постоянной. В этом случае происходит простое наложение вынужденных колебаний маятников на остающиеся неизменными их собственные, начальные колебания.

Однако при большом начальном размахе маятников частота их собственных колебаний начинает зависеть от амплитуды. Это новое свойство — неизохронность — существенно меняет характер их взаимодействия с балкой.

Пусть в исходном состоянии маятники качаются с одинаковой большой амплитудой и, согласно общему условию, вразнобой. Тогда на начальной стадии резонансная переменная сила, обусловленная «затравочными» колебаниями балки, ускоряет половину маятников (те, скорости которых большую часть времени совпадают по направлению с переменной силой), а другую половину, наоборот, тормозит. Вследствие неизохронности у более «энергичных» маятников период колебаний возрастает, а у менее «энергичных» падает. В результате одна группа маятников подстраивается под другую, они начинают качаться в такт, образуя своеобразный «фазовый сгусток» (в отряде шагавших по мосту солдат значительная часть пошла «в ногу»).

Скорость этого сгустка может быть направлена как попутно, так и навстречу скорости балки. Поэтому в итоге маятники могут либо забирать энергию у балки («поглощать»), либо, наоборот, когерентно отдавать ей свою энергию («излучать»). Подобно тому как знак энергообмена между электромагнитной волной и свободным электронным потоком определяется соотношением их скоростей, так и положение «сгустка» маятников по отношению к колебанию балки, а соответственно и знак энергообмена между ними зависит от того, какая из частот больше — частота балки ν или исходная частота маятников ν_0.

Если в рассмотренном примере заменить маятники классическими электронами-осцилляторами, а колебания балки — переменным электромагнитным полем, то ответ, очевидно, останется неизменным: в системе неизохронных классических электронов-осцилляторов возможно и поглощение, и когерентное индуцированное излучение, причем соответствующие области положительной и отрицательной проводимости разнесены по частоте (рис. 6).

Сходство между частотными зависимостями проводимостей сред, образованных соответственно классическими осцилляторами (рис. 6) и «трехуровневыми» атомами (рис. 4), не случайно. Электрон, помещенный в макроскопическое статическое поле, с точки зрения квантовой теории обладает дискретным энергетическим спектром, где расстояние между двумя соседними уровнями близко к $h\nu_0$ (рис. 7). Поскольку классическая частота ν_0 у неизохронного осциллятора зависит от его энергии, то расстояния между энергетическими ступеньками неодинаковы (спектр неэквидистантен). Поэтому поглощению и излучению (переходам вверх и вниз) соответствуют разные частоты (как у «трехуровневого» квантового объекта — рис. 4).

Следует, однако, иметь в виду, что неэквидистантность квантового энергетического спектра у классического осциллятора очень невелика. Поэтому спектр электромагнитного излучения, действующего на осцилляторы, неизбежно включает в себя большое количество частот переходов между уровнями. К тому же возбужденные классические осцилляторы заселяют целый интервал высоких уровней. В силу этих причин взаимодействие электронов с переменным полем представляет собой множество последовательных индуцированных переходов. Неэквидистантность энергетического спектра приводит к тому, что в одной полосе частот осцилляторы индуцированно излучают, а в другой, соседней — поглощают (рис. 6). В то же время осциллятор может «скатиться» на большое количество ступеней квантовой энергетической лестницы, не выходя по частоте из зоны излучения (отрицательной проводимости).

На вопрос о том, какую точно долю своей исходной энергии способен в тех или иных условиях отдать электромагнитной волне ансамбль возбужденных неизохронных осцилляторов, может ответить, конечно, только строгая количественная теория (для классических осцилляторов в соответствующем квантовом расчете, разумеется, нет необходимости). Оказывается, — и этот результат довольно удивителен, — что при благоприятных условиях (не слишком большая неизохронность, подходящая структура волнового электромагнитного поля, оптимальное время взаимодействия) хаотически колеблющиеся осцилляторы могут в результате автофазировки излучить коге-

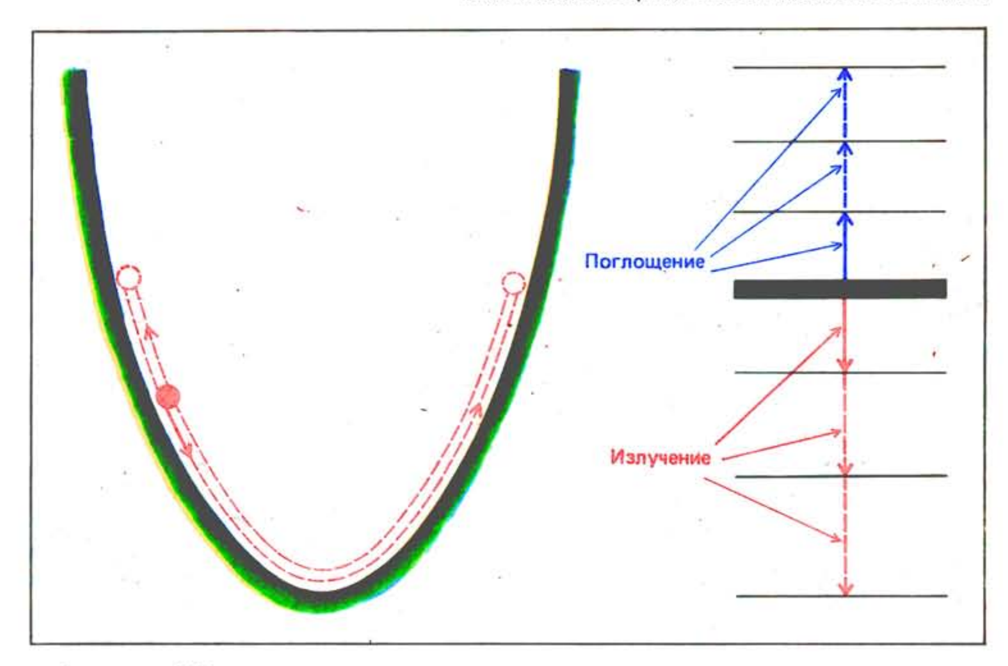


Рис. 7. Электрон, помещенный в макроскопическую потенциальную яму, в квантовом описании представляет собой объект с дискретным энергетическим спектром, поэтому элементарным актам излучения и поглощения соответствуют, вообще говоря, разные, хотя и близкие частоты

рентно более 70—80% своей энергии! Это означает, что «полусвободные» электроны, т. е. электроны, колеблющиеся в макроскопических статических полях, могут так же, как и свободные (в обычной вакуумной электронике для радиодиапазона) и связанные (в квантовой электронике для оптического диапазона), быть использованы для генерации когерентного излучения большой мощности.

Сравнение активных сред, образованных свободными, «полусвободными» и связанными электронами. Если у электронов, движущихся по периодическим траекториям, колебательная скорость имеет величину порядка поступательной, то образованный ими поток, т. е. среда, состоящая из возбужденных классических осцилляторов, по своим энергетическим характеристикам близка к потоку свободных электронов. Если для формирования таких потоков использовать традиционную технику (системы обеспечения вакуума, подогревные катоды, источники питания с напряжением порядка десятков киловольт), то типичными будут: энергия одного электрона 10^{-14}Дж (энергия 10^8 фотонов с длиной волны 1 мм), концентрация 10^{10} частиц в 1 $см^3$ и соответственно плотность запасенной энергии 10^{-4} Дж/$см^3$.

Возбужденный квантовый осциллятор (электрон в атоме), способный излучить фотон оптического диапазона, содержит энергию $h\nu \sim 10^{-19}$ Дж (гораздо меньше, чем свободный или «полусвободный» электрон). Но концентрация вещества, состоящего из нейтральных атомов, может быть гораздо больше, чем у потока электронов. Благодаря этому в лазерах плотность запасенной энергии достигает величин порядка 1 Дж/$см^3$.

Однако плотность энергии, запасенной в активном веществе, — не единственный фактор, определяющий мощность излучения. Важно еще и время, за которое эта энергия преобразуется в энергию электромагнитных волн. Поскольку вакуумная электроника не располагает методами получения столь же коротких импульсов, как лазерная техника, то преимущество в импульсном режиме пока безраздельно принадлежит лазерам.

Что же касается режима непрерывного (длинноимпульсного) излучения, то он требует постоянного возобновления активного вещества, и здесь преимущество оказывается уже на стороне свободных и «полусвободных» электронов. Скорости их «прокачки» по порядку величины близки к скорости света (10^{10} см/с), что дает плотность потока мощности (произведение запасенной энергии на скорость) порядка 10^6 Вт/$см^2$. В лазерах же скорость прокачки плотного газа ограничена по порядку величины скоростью звука, соответственно плотность потока мощности, переносимой газом, составляет лишь 10^4—10^5 Вт/$см^2$.

Из сказанного, разумеется, не следует, что системы со свободными, «полусвободными» и связанными электронами могут конкурировать между собой, в силу своей природы они оказываются разнесенными в разные области спектра электромагнитных колебаний (стоит, правда, оговориться, что здесь пока не затрагиваются перспективы использования в вакуумной высокочастотной электронике импульсных сильноточных ускорителей). Для мощных приборов, основанных на индуцированном излучении электронов, совершающих «полусвободное» движение в магнитном поле, естественным является диапазон миллиметровых и субмиллиметровых волн.

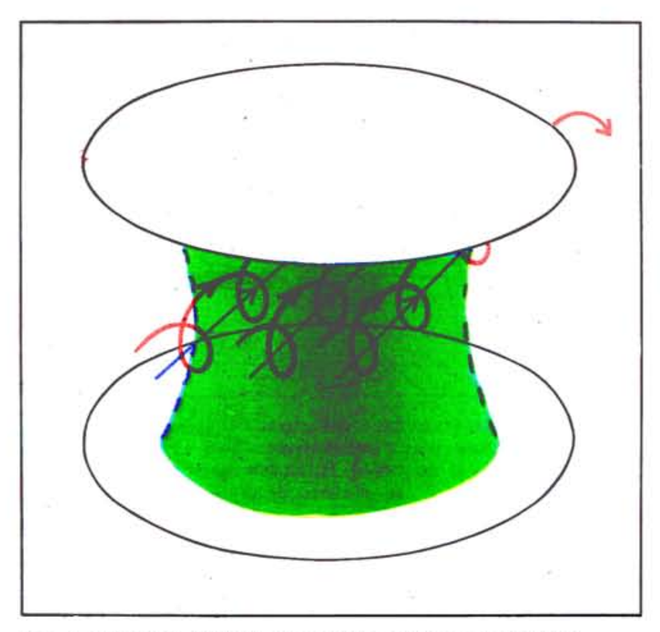


Рис. 8. Мазер на циклотронном резонансе использует взаимодействие электромагнитных волн в резонаторе с электронами, движущимися по винтовым траекториям

Индуцированное циклотронное излучение релятивистских электронов и мазеры на циклотронном резонансе

Релятивистские электроны в постоянном магнитном поле как активная среда. Если электрону сообщить скорость, перпендикулярную статическому магнитному полю H_0, он будет двигаться по окружности (рис. 2 в) с циклотронной угловой частотой

$$\nu_0 = \frac{eH_0}{2\pi mc} \quad (1)$$

(здесь e — заряд электрона, m — его масса, c — скорость света). Как следует из теории относительности, между массой частицы, движущейся со скоростью v, и ее энергией E существует связь

$$E = mc^2 \quad \text{или} \quad m = \frac{E}{c^2} = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}}. \quad (2)$$

При малой скорости электрона его масса m равна «массе покоя» m_0, и циклотронная частота постоянна — циклотронное вращение изохронно. С ростом энергии (скорости) электрона он становится тяжелее ($m > m_0$) и циклотронная частота уменьшается. Таким образом, благодаря релятивистскому эффекту (зависимости массы частицы от ее скорости) электрон в магнитном поле оказывается неизохронным осциллятором, что имеет, как было показано выше, определяющее значение для возникновения когерентного индуцированного излучения. На это обстоятельство одновременно (в конце 50-х годов) указали Р. Твисс (Австралия), Ю. Шнайдер (ФРГ), и В. В. Железняков (СССР). Интересно, что часть исследователей обратила внимание на это явление в связи с изучением радиоизлучения космической плазмы, другая часть — в результате поиска новых методов генерации микроволнового излучения в лабораторных условиях.

Проводимость среды, состоящей из электронов, вращающихся с одинаковой энергией в магнитном поле (такая среда является по существу неравновесной магнитоактивной плазмой), имеет такую же зависимость от частоты переменного поля, как и у всякого другого ансамбля неизохронных осцилляторов (рис. 6), — в окрестности циклотронного резонанса ($\nu = \nu_0$), имеется зона отрицательной проводимости, где индуцированное излучение преобладает над поглощением. Если заполнить такой средой объемный резонатор (например, подобный тем, какие используются в лазерах), настроить его на частоту, лежащую в зоне отрицательной проводимости, то малые «затравочные» электромагнитные колебания этой частоты вызовут индуцированное излучение и будут усиливаться — произойдет самовозбуждение когерентных колебаний. Важно отметить, что аналогичные зоны отрицательной проводимости лежат не только вблизи самой циклотронной частоты ν_0, но и вблизи ее гармоник ($2\nu_0$, $3\nu_0$ и т. д.). Правда, абсолютная величина проводимости в этих зонах меньше; соответственно обеспечить самовозбуждение колебаний резонатора труднее.

Чтобы поддерживать незатухающие электромагнитные колебания в резонаторе, необходимо удалять из него «отработавшие» электроны и вводить «свежие». Для этого электроны должны двигаться непрерывным потоком, т. е. совершать кроме вращательного еще и поступательное движение — перемещаться по винтовым траекториям. (Вообще говоря, можно придать электронам и поступательное движение, перпендикулярное магнитостатическому полю, наложив на это поле перпендикулярное электростатическое, но поскольку последнее ограничено пробоем, такой вариант энергетически бесперспективен.)

Устройство с описанной выше схемой, условно изображенное на рис. 8, называется мазером на циклотронном резонансе (МЦР).

Распределение электронов по скоростям и эффект Доплера. Наличие у осциллятора поступательной скорости приводит к тому, что он излучает в различных направлениях электромагнитные волны разных частот — подобно тому, как сирена движущегося локомотива излучает в разных направлениях звук разного тона (эффект Доплера). Если бы в МЦР скорости всех электронов были строго одинаковы, то нужно было бы просто учесть при расчетах доплеровскую поправку к частоте. К сожалению, на практике сформировать односкоростной поток просто невозможно. Разброс электронов по частотам излучения из-за эффекта Доплера, а также из-за раз-

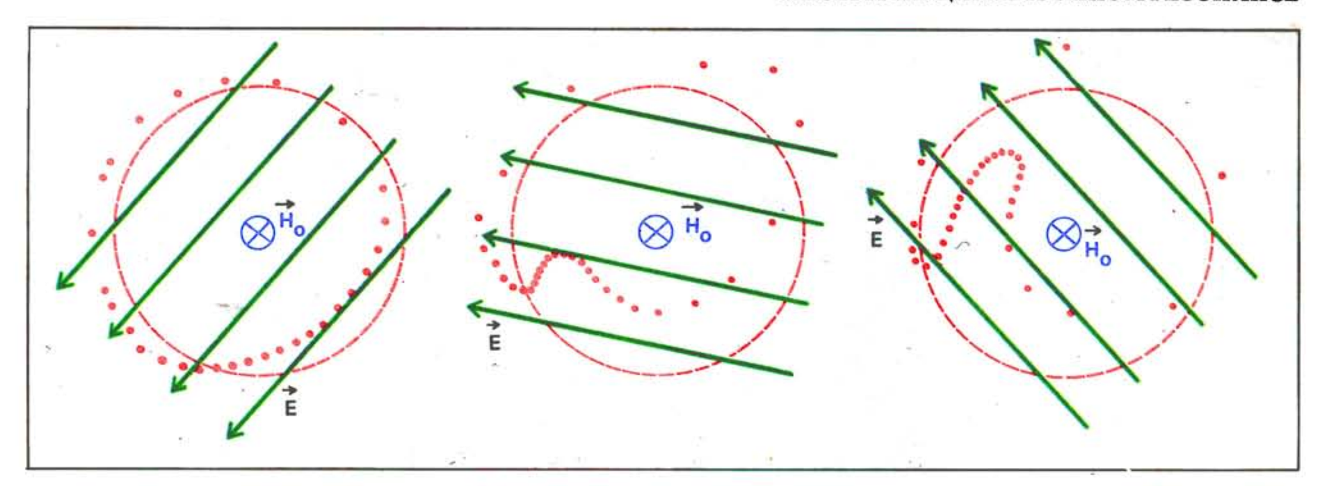


Рис. 9. Торможение вращающихся электронов переменным электрическим полем в условиях циклотронного резонанса оказывается возможным благодаря одному из эффектов теории относительности — зависимости циклотронной частоты от энергии. На диаграмме изображены результаты численного счета, пунктир — исходное положение электронов.

личия их полных энергий (а следовательно, масс и циклотронных частот) приводит к тому, что кривые проводимостей (рис. 6), соответствующие разным скоростным «фракциям» электронов, оказываются смещенными друг относительно друга (разные ν_0), и зона отрицательной проводимости (излучение) одной фракции перекрывается зоной положительной проводимости (поглощение) других. Результатом может быть ослабление и даже полное подавление индуцированного излучения.

Влияние эффекта Доплера представляется на первый взгляд весьма серьезным препятствием на пути реализации МЦР. Эту трудность, однако, можно обойти, если ограничиться излучением электромагнитных волн в направлении, перпендикулярном поступательному движению электронов, в таком режиме доплеровское смещение частоты отсутствует при любой продольной скорости. Разброс же самих циклотронных частот (т. е. разброс электронов по полным энергиям) можно свести практически к нулю, если снимать электронный поток с металлического — эквипотенциального — катода, а пространство внутри резонатора экранировать от электростатических полей (собственное статическое поле электронного потока, как правило, невелико).

Эффект насыщения и КПД индуцированного циклотронного излучения. Если условие самовозбуждения электромагнитных колебаний выполнено, то они сначала нарастают, а затем выходят на насыщение — стабилизируются на уровне, который определяется балансом между мощностью, выводимой из резонатора высокочастотным электромагнитным полем, и мощностью, отбираемой этим полем в резонаторе у электронов. Чтобы торможение электронов было возможно более глубоким, необходимо выполнение следующих условий: за время пролета через резонатор электроны должны собраться в достаточно компактные сгустки, каждый сгусток должен попасть в тормозящее поле и успеть потерять энергию (к моменту вылета из резонатора).

За этим процессом можно проследить на примере движения совокупности электронов, образующих на входе в резонатор сплошное (стационарное) кольцо. Предположим для простоты, что высокочастотное электрическое поле E имеет круговую, вращающуюся поляризацию. Ориентацию этого поля и положение частиц будем изображать на плоскости, перпендикулярной магнитному полю H_0, в моменты времени, кратные периоду невозмущенного циклотронного вращения электронов (рис. 9). Таким образом, чтобы получить картину реального движения электронов и переменного электрического поля, надо чертеж с эволюционирующими на нем электронами и полем E вращать по часовой стрелке с невозмущенной циклотронной частотой ν_0.

На начальной стадии половина электронов замедляется, другая половина ускоряется в зависимости от проекции скорости электронов на электрическое поле. Получив разные приращения энергии, электроны на следующей стадии — стадии инерционной группировки — начинают вращаться с разными циклотронными частотами (релятивистский эффект!) и, смещаясь друг относительно друга по азимуту, собираются в сгусток. Сгусток образуется в тормозящей фазе поля, если оно вращается несколько быстрее, чем электроны, влетающие в резонатор.

Качественный анализ поведения электронов при циклотронном резонансе позволяет придать условиям их глубокого торможения следующий вид:

$$N \sim 1/\beta^2,$$
$$(\nu - \nu_0)/\nu \sim \beta^2,$$
$$\alpha \sim \beta^3.$$



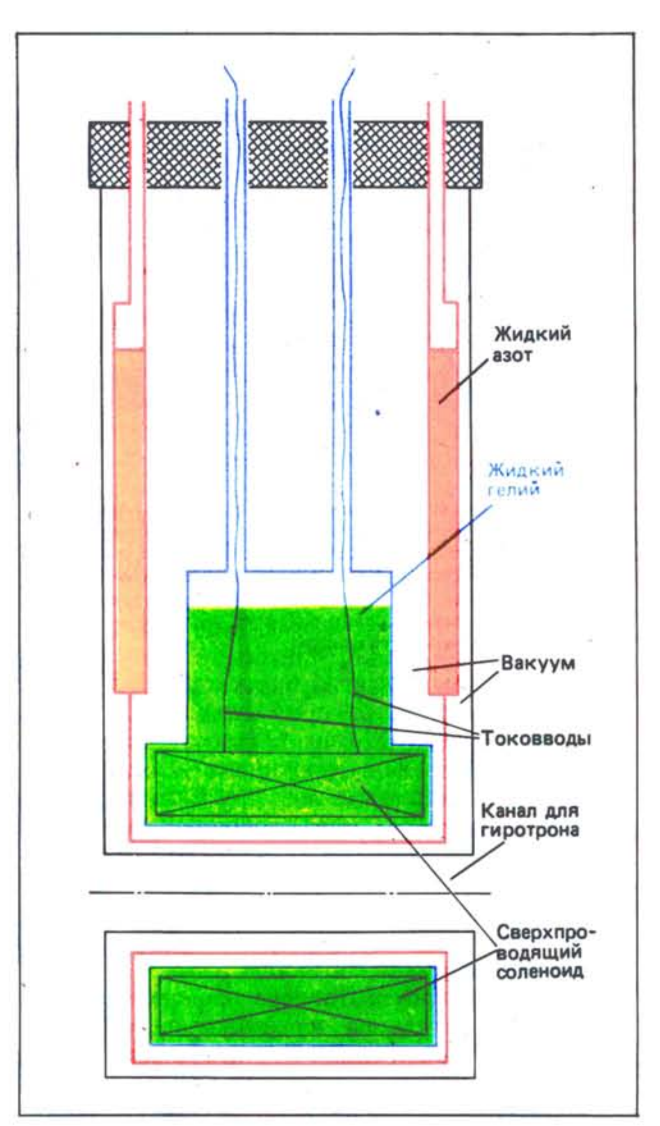


Рис. 10. Источником магнитного поля для коротковолнового МЦР служит сверхпроводящий соленоид, помещенный в криостат и имеющий температуру жидкого гелия (внешний вид и схема)

Здесь β — отношение скорости электронов v к скорости света c, N — число оборотов, совершаемых электронами в переменном поле, $\alpha = eE\lambda/m_0c^2$ — параметр, пропорциональный амплитуде переменного электрического поля E, λ — длина волны (величины, стоящие по разные стороны от знака «~», должны отличаться друг от друга не более чем в несколько раз).

Как следует из этих условий, чем больше энергия электронов и, следовательно, чем сильнее релятивистская неизохронность их циклотронного вращения, тем меньшего количества оборотов достаточно для отбора у них энергии; однако для их торможения необходимо соответственно и большее переменное электрическое поле. Создание поля нужной амплитуды обеспечивается правильным выбором добротности резонатора и полного электронного тока.

Разумеется, при расчетах конкретных устройств вместо приведенных здесь оценок используют результаты строгой теории. Последняя позволяет указать точно и долю энергии, отбираемую у электронов высокочастотным полем, — электронный коэффициент полезного действия. При соответствующей оптимизации параметров той или иной разновидности МЦР электронный КПД может быть доведен в принципе до 80—90%.

Гиротроны

Конструкция реальных МЦР определяется в значительной мере их промежуточным (как по принципу действия, так и по диапазону частот) положением между оптическими квантовыми генераторами и приборами обычной вакуумной высокочастотной электроники. Рассмотрим последовательно те соображения, которыми руководствуются при создании основных узлов МЦР.

Магнитная система. Напряженность постоянного магнитного поля в МЦР практически однозначно зависит от требуемой частоты излучения, поскольку, при напряжениях в пределах сотни киловольт релятивистская поправка к массе электрона и смещение зоны отрицательной проводимости относительно циклотронной частоты невелики. Таким образом, согласно (1), между величиной магнитного поля (в килоэрстедах) и длиной волны (в миллиметрах) существует связь

$$H(\text{кЭ}) = \frac{110}{\lambda(\text{мм})}.$$

Отсюда следует, что для перекрытия только диапазона миллиметровых волн — от 10 до

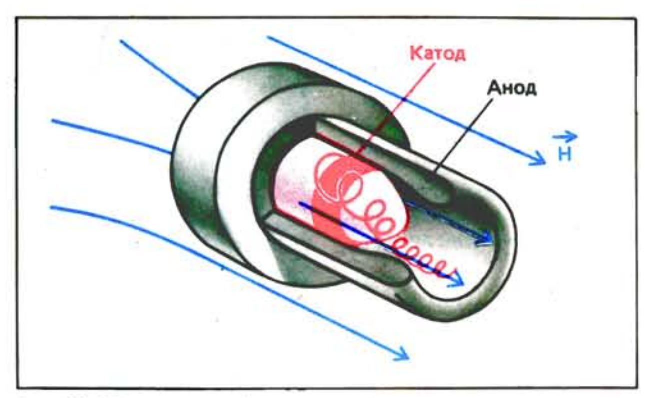


Рис. 11. Магнетронный инжектор формирует интенсивный поток электронов, движущихся по винтовым траекториям

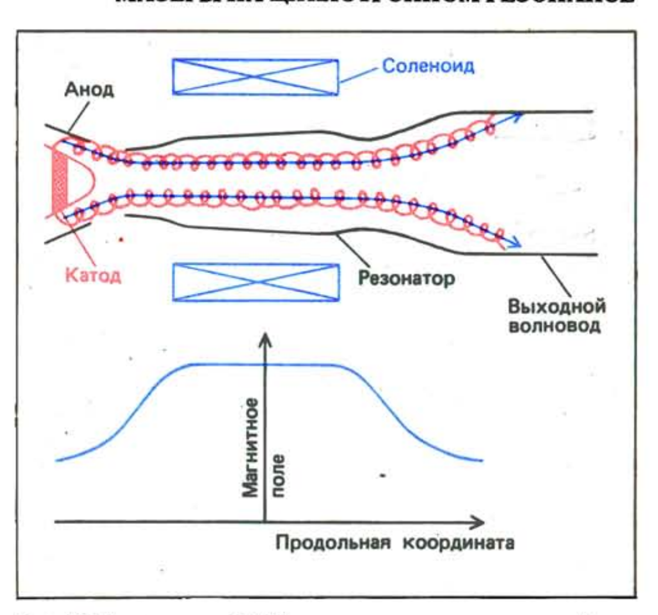


Рис. 12. Гиротрон — МЦР с магнетронно-инжекторной электронной пушкой и квазиоптическим резонатором, вывод мощности из которого осуществляется дифракционным способом

1 мм — необходимы магнитные поля от 11 до 110 килоэрстед! Работа на второй гармонике циклотронной частоты позволяет уменьшить необходимую величину магнитного поля вдвое (правда, достигать в этих режимах таких же мощностей, как и на основном циклотронном резонансе, труднее; эффективное использование излучения на третьей и более высоких гармониках практически исключается).

Применение обычных электротехнических средств для создания статических магнитных полей с напряженностями в десятки килоэрстед в значительных объемах возможно, но энергетически невыгодно. Более экономичны криомагнитные системы — соленоиды из сверхпроводящих сплавов, помещаемые в криостаты с жидким гелием (рис. 10). Современные криомагниты с достаточно большим свободным отверстием (куда и помещают МЦР) создают поля с напряженностью свыше сотни килоэрстед, что позволяет освоить не только весь диапазон миллиметровых волн, но при работе даже на основном циклотронном резонансе (не говоря уже о второй гармонике циклотронной частоты) генерировать субмиллиметровые волны.

Еще более сильное магнитное поле (несколько сотен килоэрстед) может быть получено при разряде батареи конденсаторов на соленоид с малой индуктивностью. Однако такие магнитные системы пригодны только для импульсных МЦР.

Электронно-оптическая система. Для формирования электронного потока в МЦР естественно воспользоваться эффективными методами, разработанными для традиционной вакуумной электроники, видоизменив их таким образом, чтобы электроны, наряду с поступательным движением вдоль магнитного поля, вращались бы с достаточно большой скоростью и в поперечной плоскости.

Для этого, казалось бы, проще всего взять уже готовый прямолинейный электронный пучок в магнитном поле и «накачать» в него осцилляторную энергию резонансным способом, например, с помощью пространственно-периодического статического поля. Однако при таком методе удается обеспечить одинаковые отношения поперечных и продольных скоростей для всех электронов лишь в очень слабых пучках. Между тем, хотя при поперечном распространении электромагнитных волн (рис. 8) доплеровское уширение линии циклотронного резонанса и отсутствует, однако ограничение на разброс скоростей все еще остается довольно жестким. Во всяком случае очевидно, что если поток содержит фракцию электронов с малыми вращательными скоростями, то она в условиях циклотронного резонанса может лишь поглощать энергию электромагнитных волн.

Гораздо более удачной системой оказалась так называемая магнетронно-инжекторная адиабатическая электронная пушка.

Инжектор такой пушки образован осесимметричными катодом и анодом, соосным магнитному полю (рис. 11). Электрон, покинув катод, сначала устремляется к аноду под действием электрического поля, но получив скорость, отклоняется магнитным полем, приобретая одновременно циклотронное вращение и медленный угловой дрейф. Между тем, осевая составляющая электрического поля вытягивает электрон из инжектора. В итоге электрон приобретает продольную скорость, угловой дрейф исчезает, а циклотронное вращение остается. Правда, во вращательном движении оказывается не более четверти полной энергии. Но даже эта величина недостижима, если инжектор поместить непосредственно в сильное рабочее магнитное поле коротковолнового МЦР, так как электрического

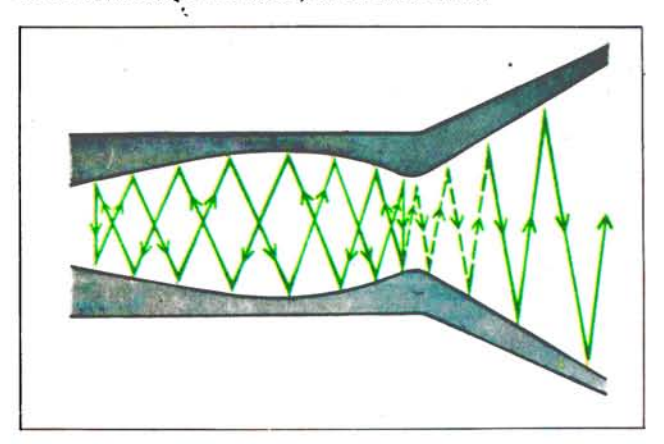


Рис. 13. Резонатор гиротрона — отрезок металлической трубы с плавно меняющимся сечением. Вывод мощности из резонатора не укладывается в рамки лучевого описания и осуществляется благодаря дифракции

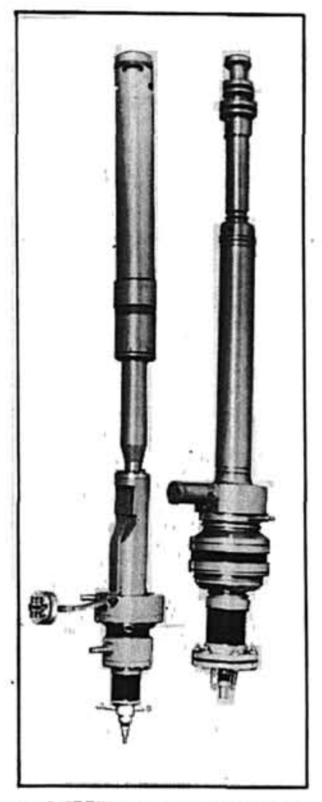


Рис. 14. Гиротроны диапазона сантиметровых волн имеют КПД, достигающий 50% в режиме генерации (гиромонотрон — справа) и 70% — в режиме усиления (гироклистрон — слева)

поля, ограниченного возникновением пробоя, будет недостаточно для существенной закрутки электронов.

Поэтому приходится прибегать к приему, заимствованному из практики удержания плазмы в адиабатических ловушках с магнитными пробками. Инжектор отодвигают в относительно слабое магнитное поле (рис. 12), благодаря чему достигается сразу несколько эффектов. Во-первых, возрастает начальная вращательная энергия, приобретаемая электронами в инжекторе. Во-вторых, у электронов по мере продвижения в более сильное поле происходит перекачка энергии продольного движения в энергию вращения — орбитальная энергия увеличивается пропорционально магнитному полю. Пробочный режим — отражение электронов от области большого магнитного поля — здесь был бы неуместен, но перепадом магнитного поля между областью пушки и рабочим пространством можно регулировать отношение орбитальной скорости к поступательной в широких пределах. Наконец, в-третьих, электронный поток, следуя сходящимся силовым линиям, испытывает сжатие (компрессию). В результате удается снимать интенсивный поток с большой поверхности катода, а подбором профиля электродов инжектора можно достигать условий, когда у электронов, вылетевших из разных точек, конечные значения скоростей оказываются близкими друг к другу.

Правда, магнетронно-инжекторная пушка создает не сплошной, а трубчатый электронный поток. Однако по целому ряду соображений именно такая конфигурация «активной среды» оказывается особенно удобной для наиболее удачных конструкций МЦР.

Электродинамическая система. Поскольку электрон, вращающийся в магнитном поле, как и всякий классический осциллятор, близок по условиям излучения к квантовому осциллятору — электрону в атоме, то принцип построения электродинамической системы МЦР естественно заимствовать от лазеров.

Чем больше проектная мощность МЦР, тем больше должно быть сечение его рабочего пространства. Но с ростом сечения возникает проблема селекции мод (типов колебаний): необходимо обеспечить возбуждение единственной, рабочей моды (с параметрами, благоприятными для получения высокого КПД), исключив самовозбуждение побочных, паразитных колебаний. Решением этой проблемы, как и в лазерах, является использование волноводов и резонаторов открытого типа. Примером может служить квазиоптический двухзеркальный резонатор (рис. 8), в котором достаточной «живучестью» (добротностью) обладают только моды, образованные волнами, распространяющимися почти перпендикулярно зеркалам; остальные быстро выводятся наружу. Хотя спектр высокодобротных мод здесь относительно редок, но и он с расширением резонатора сгущается. Чтобы в полосу циклотронного резонанса попадала частота только одной высокодобротной моды, сечение приходится ограничивать, а поскольку эта полоса не настолько узка, как ширина линии перехода между уровнями в атоме, то и относительный (по сравнению с длиной волны) размер резонатора МЦР оказывается не настолько велик, как у лазеров.

Резонаторы «лазерного» типа (рис. 8), несмотря на свою простоту, непосредственного применения в МЦР не нашли. Дело в том, что магнетронно-инжекторная электронная пушка навязы-

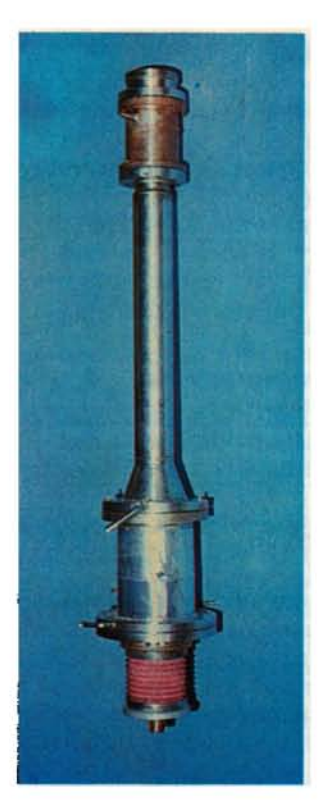


Рис. 15. Гиротроны диапазона миллиметровых волн близки по своей мощности в непрерывном режиме и режиме длинных импульсов к лазерам и более длинноволновым электронным приборам (один из них изображен на рисунке)

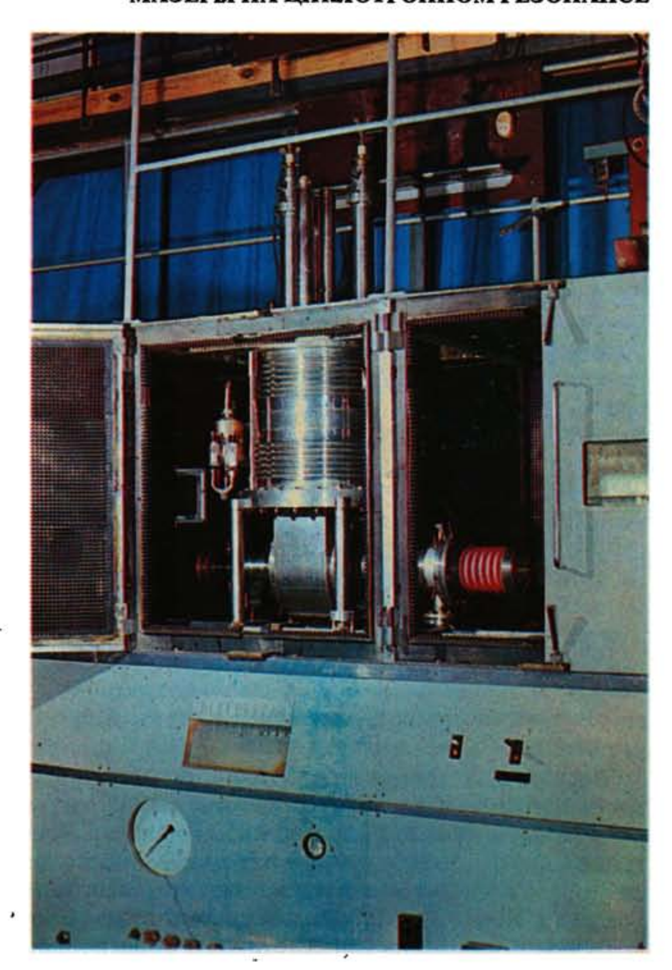


Рис. 16. Экспериментальный стенд для испытаний гиротронов включает в себя криомагнит, систему высоковольтного питания и систему измерений параметров высокочастотного излучения

вает электродинамической системе МЦР свою осевую симметрию, в результате чего резонатор приобретает вид трубы переменного сечения — из открытого становится «полуоткрытым» (рис. 12, 13). Последнее не мешает осуществлению описанного выше квазиоптического принципа селекции мод; в то же время равенство амплитуд высокочастотных полей, в которые попадают разные электроны (трубчатого потока), благоприятствует получению высокого КПД.

Вывод высокочастотной мощности из резонатора также целесообразно видоизменить по сравнению с принятым в лазерах — электромагнитную волну выгоднее и удобнее выводить не сквозь «зеркала», а в направлении коллектора электронов; это благоприятствует и селекции мод, и охлаждению стенок. Так как проникновение электромагнитных волн, образующих основную, добротную моду, сквозь сужение, отделяющее резонатор от выходного волновода, выходит за рамки лучевого описания (рис. 13) и представляет собой явление дифракционного типа, такой способ вывода мощности получил название дифракционного.

Поскольку поперечный размер резонатора, как правило, существенно превышает длину волны, то возбуждаемая мода, а следовательно, и волна в выходном волноводе обладают сложной поперечной структурой. Однако специальные волновые трансформаторы, основанные, естественно, тоже на квазиоптических принципах, позволяют преобразовывать эти волны в более простые, удобные для тех или иных приложений.

Конструкция МЦР, включающая в себя адиабатическую магнетронно-инжекторную пушку и открытую квазиоптическую электродинамическую систему с дифракционным выводом мощности (рис. 12), получила название «гиротрон».

Мазеры на циклотронном резонансе образуют в принципе довольно обширный класс высокочастотных приборов, а гиротроны являются их подклассом, отличаясь друг от друга конфигурацией электродинамической системы — взаимным расположением волноводов и резонаторов. Обилие вариантов следует уже из того, что благодаря аналогии между группировкой электронов в прямолинейных пучках и в ансамблях вращающихся электронов каждому прибору традиционного типа может быть поставлен в соответствие аналог — МЦР (гиротрон). Примерами служат: генератор с одним резонатором — гиромонотрон, усилитель с двумя или более резонаторами,



Рис. 17. Промышленный образец гиротрона, выпускаемого фирмой «Вариан» с длиной волны 1,07 см и непрерывной мощностью 100 кВт. Магнетронный инжектор (внизу) работает при напряжении 80 кВ. Излучение выводится вбок через волновод круглого сечения с диаметром, значительно превосходящим длину волны. Мощность электронного потока рассеивается на развитой поверхности коллектора (вверху), охлаждаемого проточной водой (Фотография любезно предоставлена фирмой «Вариан»)

разделенными трубками дрейфа, — гироклистрон, усилитель бегущей волны — гироЛБВ и т. д.

Результаты исследований. Конструкция гиротрона сложилась в основных чертах к 1967 году. К этому времени КПД экспериментальных гиротронов достиг 50% в режиме генерации (гиромонотрон) и 70% в режиме усиления (гироклистрон, рис. 14). Большинство этих экспериментов проводилось в диапазоне сантиметровых волн.

В последующем применение сверхпроводящих соленоидов открыло возможности существенного повышения рабочей частоты гиротронов (рис. 15, 16). К сегодняшнему дню в диапазоне миллиметровых волн имеются гиротроны с мощностью более 20 кВт в режиме непрерывной генерации и с мощностью более мегаватта в режиме длинных (порядка 10^{-4}с) импульсов. Наиболее коротковолновым является гиротрон с рабочей длиной волны 0,92 мм. Эти результаты (см. табл.) были получены в Горьковском научно-исследовательском радиофизическом институте и Горьковском институте прикладной физики АН СССР.

В последнее время успешные работы по созданию гиротронов ведутся уже многими лабораториями и фирмами. Так, например, фирмой «Вариан» (США) получена непрерывная генерация с длиной волны, несколько превышающей 1 см, при мощности 100 кВт (рис. 17) и импульсная генерация с длиной волны 4 мм при мощности 250 кВт. На ближайшее время фирма планирует создание мощных гиротронов непрерывного действия и в диапазоне миллиметровых волн, а также существенное увеличение мощности гиротронов, генерирующих миллиметровые волны в импульсном режиме.

Проблемы и перспективы

По ряду важнейших характеристик, например, по мощности в режиме непрерывной генерации (рис. 1), гиротроны диапазона миллиметровых волн уже близки как к более длинноволновым электронным приборам (магнетронам, клистронам), так и к оптическим квантовым генераторам (лазерам). Что же сулит освоение миллиметровых (а впоследствии и субмиллиметровых) волн источниками мощного когерентного излучения?

Гиротроны диапазона миллиметровых и субмиллиметровых волн

	Импульсный режим		Непрерывный режим		
Длина волны, мм	6,7	3,0	2,8	2,0	0,9
Выходная мощность, кВт	1250	1100	12	22	1,5

С точки зрения радиотехники преимущества этих волн перед более длинными заключаются в их повышенной информативности (на интервале длин волн от 1 до 10 мм может быть размещено в 9 раз больше элементарных каналов связи, чем на всех более длинных волнах, вместе взятых) и в большей направленности излучения (при тех же размерах антенн). В то же время электронные приборы, используемые на этих волнах, более управляемы, чем оптические; к тому же поток миллиметровых волн легче проходит сквозь туман и облака, чем луч лазера. В силу этих соображений диапазон миллиметровых волн следует считать весьма перспективным для таких тради-

сто лет назад

США. Д-р Мекс в Пенсильвании, в Соединенных Штатах, изобрел инструмент, который он назвал диафитом и посредством которого можно видеть с помощью зеркала, находящегося на одном конце электрической проволоки, предметы, отражаемые зеркалом на другом конце. Зеркала эти составлены из веществ, весьма чувствительных к свету и теплоте, кроме того, каждое из них состоит из нескольких пластинок, соединенных между собой особыми проволоками. Воспринимающее зеркало ставится в камеру и ему передается с помощью линзы отражение желаемого предмета. В городе Рединге, в Соединенных Штатах, сделано было недавно публичное испытание этого интересного изобретения. Публика собралась в верхнем этаже здания, аппарат же отнесли в подвальный, и различные предметы, отражаемые в нижнем зеркале, как то яблоко, перочинный ножик, доллар, часы, печатная афиша и т. п., немедленно являлись в верхнем зеркале перед глазами публики, приветствовавшей появление каждого предмета громкими рукоплесканиями. Когда наконец в зеркале показалась головка живого котенка, зрители пришли в неописанный восторг.

«Нива», № 26, 1880 г.

ционных радиотехнических приложений, как связь и локация.

Вместе с тем, не следует забывать, что специфика любого участка спектра электромагнитных волн, в частности, специфика миллиметровых и субмиллиметровых волн обусловлена в конечном счете особенностями их взаимодействия с веществом. В диапазоне миллиметровых и субмиллиметровых волн расположены наиболее интенсивные линии вращательных и вращательно-колебательных спектров газов, а также характерные частоты многих полупроводников и ферромагнетиков. С этим обстоятельством связана возможность применения гиротронов в прецизионной газовой спектроскопии и для изучения нелинейных эффектов в твердом теле.

Правда, присутствие интенсивных спектральных линий в миллиметровых и субмиллиметровых спектрах газов (особенно паров воды) осложняет распространение радиоволн в атмосфере Земли; поэтому радиотехнические системы с большой дальностью целесообразно «располагать» только в имеющихся на этих частотах «окнах прозрачности» (на больших высотах поглощение, естественно, отсутствует во всем диапазоне).

Миллиметровые и субмиллиметровые волны способны проникать в относительно плотную плазму. Соответственно, гиротроны можно использовать, с одной стороны, для диагностики плазмы с повышенной концентрацией, а с другой стороны, для инициирования и поддержания эффективных плазмохимических процессов. Однако наиболее интересным представляется применение мощного (от сотен киловатт до десятков мегаватт) миллиметрового излучения для нагрева плазмы в установках управляемого термоядерного синтеза; первые обнадеживающие результаты уже получены на тороидальной установке «Токамак» (ТМ-3) в Институте атомной энергии им. И. В. Курчатова.

Дальнейшее значительное увеличение мощности гиротронов возможно, даже если их рабочее напряжение будет оставаться в пределах сотни киловольт. На реализацию этой возможности и направлена разработка гиротронов, предназначающихся для режима непрерывного излучения и режима с большой длительностью импульса.

Что же касается режима коротких импульсов, то здесь удается сравнительно просто (с помощью появившихся недавно сильноточных ускорителей) получать чрезвычайно мощные потоки электронов с энергиями, составляющими несколько сотен килоэлектронвольт и даже несколько мегаэлектронвольт; в последнем случае энергия электрона во много раз превосходит его энергию покоя, равную 0,5 МэВ, т. е. является, по существу, ультрарелятивистской. При таких энергиях эффекты теории относительности становятся определяющими для всех типов индуцированного излучения электронов (в частности, и для черенковского излучения электронов, движущихся прямолинейно), но не исключают возможности достижения высоких КПД. Первый эксперимент, подтвердивший такое предсказание теории, был выполнен в 1973 году сотрудниками Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР и Института прикладной физики АН СССР.

В ультрарелятивистской области высокую эффективность сохраняет и индуцированное циклотронное излучение электронов, но в отношении возможностей генерировать наиболее короткие волны преимущество МЦР перед электронными приборами других классов становится уже не бесспорным. Как следует из теории ультрарелятивистских электронных высокочастотных приборов, к укорочению волны, по-видимому, в наибольшей степени приспособлены генераторы, основанные, как и МЦР, на индуцированном излучении электронов, совершающих периодическое движение, но под действием не однородного, а периодического статического поля или волнового электромагнитного поля накачки. Диапазон таких генераторов (лазеров на «полусвободных» электронах) может простираться до световых или даже рентгеновских волн. Здесь мы уже начинаем затрагивать общие проблемы новой, быстро развивающейся области физики — высокочастотной релятивистской электроники, однако, их детальное обсуждение выходит за рамки данной статьи.

ЧЕСТМИР БАРТА (Barta)
(р. 1926) — инженер, кандидат технических наук. Старший научный сотрудник, заведующий лабораторией изучения процессов роста и технологии кристаллов в отделе ионных кристаллов Института физики твердых тел АН ЧССР. Изучает закономерности образования твердых тел и технологические факторы, обуславливающие получение заданных кристаллов.

ЛАДИСЛАВ ШТОУРАЧ (Stourač)
(р. 1927) — физик, доктор физико-математических наук, член-корреспондент АН ЧССР. Заведующий отделом полупроводников Института физики твердых тел АН ЧССР. Работает в области электронных явлений в кристаллических и аморфных полупроводниках.

АЛЕШ ТРЖИСКА (Třiska)
(р. 1944) — инженер, кандидат физико-математических наук. Заведующий отделом ионных кристаллов Института физики твердых тел АН ЧССР. Работает в области электронных явлений переноса в полупроводниках.



ЧЕСТМИР БАРТА,
ЛАДИСЛАВ ШТОУРАЧ,
АЛЕШ ТРЖИСКА

Космическая технология: рождение кристаллов в невесомости

Освоение космоса делает все более важным его использование в практических целях. Одно из направлений такого использования — космическая технология, которую мы можем охарактеризовать как науку о поведении материалов и их образовании в условиях космического пространства.

Требуется усовершенствовать лабораторную деятельность в космосе и накопить практический опыт работы в орбитальном блоке. Сюда относится осуществление экспериментов на борту орбитального блока. В настоящее время с целью реализации этих планов на околоземных орбитах появляются лаборатории космической технологии. Таким образом наука приобретает новый могущественный инструмент для исследования окружающего нас мира и для создания невиданной доселе техники.

Изучается главным образом воздействие условий космического пространства на свойства материалов. Речь идет о комбинированном воздействии температуры, вакуума, космического излучения и состояния невесомости.

Некоторые космические условия мы можем моделировать на Земле, однако многие из них в земных лабораториях создать трудно, а иногда и просто невозможно. В частности, в земных условиях невозможно моделировать (в течение длительного времени) состояние невесомости, поэтому особый интерес представляет вопрос о том, какую роль играет это состояние и к каким последствиям приводит его воздействие.

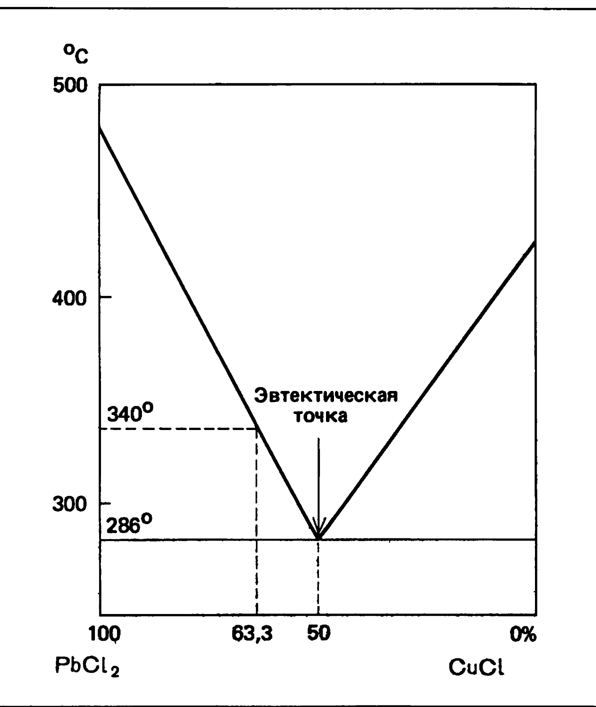
Предметом исследований в области космической технологии является, например, сварка и резание материалов, металлургические работы, синтез твердых веществ, выращивание монокристаллов, получение композитных материалов, стекол и т. д. Крайне важна также разработка экспериментальных методов измерения свойств материалов в космических условиях и, прежде всего, конструирование и изготовление оборудования для лабораторного получения, а затем и для производства материалов в космосе.

Материалы, полученные в космосе, вообще говоря, отличаются по своим свойствам от материалов, изготовленных на Земле. Цель космической технологии — прежде всего использование полезных и подавление вредных влияний в процессе изготовления материалов и получение новых, технически перспективных материалов.

Начало космической технологии было положено экспериментами, проведенными на космическом корабле «Союз-6» в 1969 г., а также на космической орбитальной станции «Скайлэб» в 1973—1974 гг. и международном космическом комплексе «Союз—Аполлон» в 1975 г. В этих экспериментах исследовались поведение расплавленных материалов в состоянии невесомости, их затвердевание, возможности получения новых материалов, синтез сложных систем, неосуществимый в земных лабораториях, изучались процессы плавления металлов, а также роста кристаллов полупроводников и изоляторов.

Накопленные космической технологией ре-

а



зультаты используются для проектирования, подготовки и осуществления современных производственных процессов на околоземной орбите. Мы уже настолько надежно знаем основные технические принципы, на которых основывается космическая технология, что на очереди теперь другие вопросы, например, экономические: учет капитальных вложений и производственных затрат. С этой стороной дела связаны и проблемы размеров космических лабораторий, а в перспективе — космических производственных предприятий, доставки на орбиту материалов и людей (космонавтов-технологов) и их возвращения на Землю. Не последнее место здесь займут социальные и правовые вопросы.

Все перечисленные проблемы — пусть даже сложные — уже не являются препятствием для развития этой перспективной области, на которую возлагаются столь большие надежды.

* * *

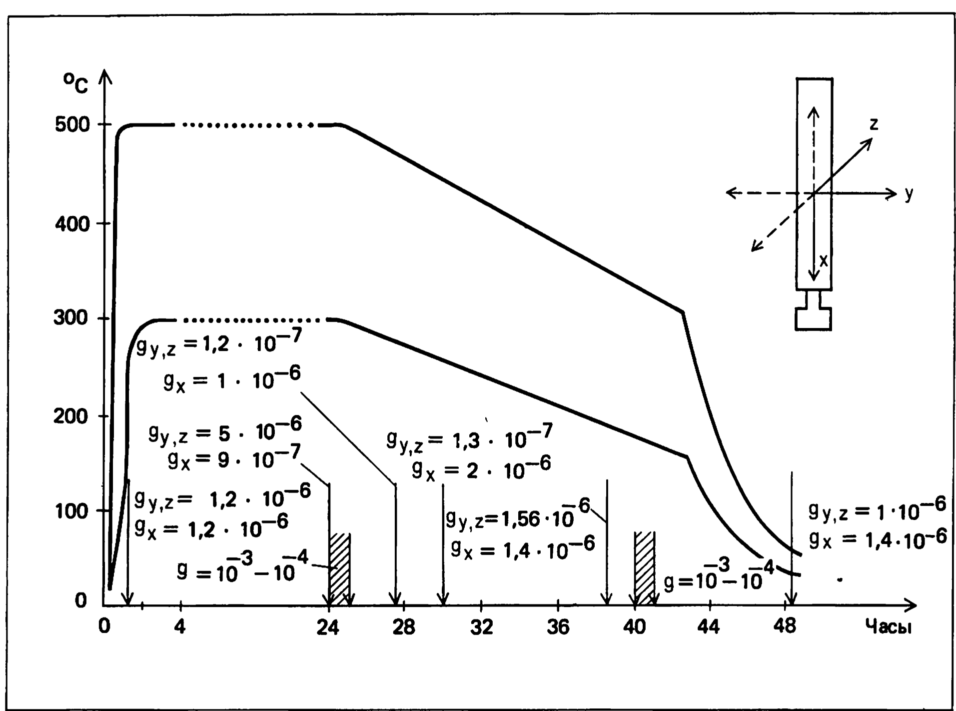
Цель экспериментальной программы, получившей название «Морава», состоит в исследовании новых материалов в состоянии невесомости,

б

Металлографическое изображение слитка $PbCl_2$ — CuCl, затвердевание которого проходило *а* — на Земле и *б* — в космосе

Фазовая диаграмма системы $PbCl_2$ — CuCl

Температурный режим технологического эксперимента «Морава». Справа вверху схематически изображено технологическое устройство «Сплав» и система координат, в которой определялись значения микрогравитации



в выяснении связи между силами тяготения и условиями кристаллизации, структурой и другими физическими характеристиками конденсированных систем.

Первый пункт в этой программе — изучение процесса затвердевания расплава двух веществ, представляющего собой эвтектику. (Эвтектика — это сплав в жидком состоянии, находящийся в равновесии с кристаллами исходных компонентов, кристаллизующийся при постоянной температуре — так называемая эвтектическая точка, см. далее — и в твердом состоянии представляющий механическую смесь кристаллов компонентов.) При этом один компонент содержится в расплаве в избытке. В этом случае процесс затвердевания проходит в два этапа: кристаллизация из расплава основного компонента, а затем отвердевание остаточной эвтектики. В качестве основного компонента выбирался анизотропный кристалл $PbCl_2$, поскольку на нем проще проследить влияние температурного перепада и гравитационного поля. Большой интерес представляет также кристалл бромида ртути, обладающий чрезвычайно высокими значениями параметра связи в кристаллической решетке. Изучение двух этих веществ и составляет содержание первого этапа технологического эксперимента «Морава».

Другой этап состоит в изучении анизотропного оксихлорида висмута, приготовленного методом выращивания из жидкой фазы в состоянии невесомости.

Третий этап заключается в исследовании затвердевания и образования стекловидной системы, представленной полупроводниковым стеклом с тетраэдрической структурой решетки, в состав которой входят атомы германия, сурьмы и серы. Предметом этого исследования являются не только условия образования стекла в состоянии невесомости, но также процессы зародышеобразования и разделения фаз, протекающие в стеклянной матрице, и влияние этих процессов на основные физические характеристики получаемых материалов.

Первые эксперименты по программе «Морава» (Морава-С-1) проходили на борту орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз» и состояли в исследовании затвердевания систем $PbCl_2$ — $CuCl$ и $PbCl_2$ — $AgCl$ в технологическом устройстве «Сплав». Основной компонент системы — хлористый свинец — со структурной точки зрения является, как уже сказано, анизотропным веществом, в котором каждый атом свинца окружен девятью атомами хлора. Другой компонент системы выбирался таким образом, чтобы он образовывал с первым не химическое соединение, а эвтектический сплав, и чтобы его кристаллическая структура при наличии тех же самых анионов хлора отличалась от кристаллической структуры основного компонента. При этом ионные диаметры катионов также должны были отличаться. Эти условия выполняются для хлорида одновалентной меди, имеющего структуру цинковой обманки, и для хлористого серебра, обладающего структурой кубического типа (типа поваренной соли). Эти вещества и представляли собой вторые компоненты системы.

Фазовая диаграмма для одной из смесей, с которой проводился технологический эксперимент, изображена на стр. 300 внизу слева. В бинарной системе $PbCl_2$—$CuCl$ рабочий состав исследуемого материала на 10% с лишним выше эвтектической точки, соответствующей 50 молярным процентам $PbCl_2$. Таким образом, обогащенная система характеризуется содержанием $PbCl_2$, равным примерно 63 молярным процентам.

Вторая система $PbCl_2$ — $AgCl$ обладает подобными же характеристиками, но при меньшей концентрации $PbCl_2$ в эвтектической точке.

Эксперимент проходил следующим образом. На борту орбитального комплекса в технологическое устройство «Сплав» был помещен контейнер с образцами материалов. Само программное технологическое устройство «Сплав» было размещено вблизи стенки космического корабля, неподалеку от его центра тяжести, а контейнер представлял собой герметически откачанный стальной сосуд длиной 172 мм и диаметром 17 мм, где в кварцевых ампулах (также вакуумных) находились образцы. После помещения контейнера в цилиндрическую полую печь и ее откачки началось нагревание образцов с таким расчетом, чтобы в контейнере был создан температурный градиент. Температура росла до тех пор, пока не достигла точки выше точки плавления исследуемых материалов. После достижения запрограммированной температуры началось ее снижение. Поскольку контейнер с образцами находился в одном и том же положении, его

сто лет назад

ЛОНДОН. Развивает ли вольтова дуга достаточно теплоты, чтобы плавить металлы в больших массах? Вот вопрос вполне разрешенный в последнее время интересными работами Г. В. Сименса. Во время недавнего пребывания нашего в Лондоне мы были очевидцами плавления менее чем в 5 минут пятисот граммов стали посредством теплоты, развиваемой исключительно электрическим током. При химических работах, для плавления драгоценных или очень тугоплавких металлов и в некоторых других случаях, в которых экономический вопрос играет совершенно второстепенную роль, электрический горн займет видное место, и значение его в будущем может только возрастать.

«Электричество», № 3—4, 1880 г.

можно назвать приспособлением для выращивания кристаллов в условиях температурного градиента, обладающим неподвижным тигелем.

Изменение температуры со временем в технологическом устройстве «Сплав» показано на стр. 301 внизу справа. Верхний график характеризует температуру в самой горячей точке кристаллизатора, где она достигла максимального значения 500°С. Нижняя кривая представляет собой график зависимости от времени температуры «нижнего» конца кристаллизатора. По достижении необходимой температуры, примерно через 24 часа после начала эксперимента, возник процесс затвердевания, происходящий со скоростью остывания, равной приблизительно 11° в час. Этот процесс длился около 20 часов. В ходе опыта орбитальный комплекс был ориентирован так, что его продольная ось была направлена к центру Земли. На этом рисунке приведены также для всего температурного графика значения величины силы тяжести в отдельных направлениях x, y и z. Как видно из рисунка, эти значения в ходе основного, решающего для технологического эксперимента времени были несущественны и составляли 10^{-6}—10^{-7}g.

Микроскопическое исследование структуры материалов, полученных в космосе и одновременно в лабораториях на Земле (при прочих идентичных условиях), показывает, что кристаллы первого поколения, выращенные в состоянии невесомости, меньше, чем аналогичные кристаллы, полученные на Земле. Причина заключается в том, что в космосе миграция ионов в расплаве происходит лишь путем диффузии. Невесомость оказывает такое влияние на процесс зародышеобразования и роста кристаллов из жидкой фазы. Влияние же ее на эвтектические растворы противоположно: кристаллы обеих фаз эвтектики больше, чем полученные на Земле. Этот вывод иллюстрируют фотографии, выполненные с помощью растрового микроскопа.

Процесс затвердевания кристаллов в космосе, как уже сказано, подвержен влиянию микрогравитации. И хотя она мала, но все же на внешней поверхности образца можно заметить следы воздействия радиальной составляющей микрогравитации, зарегистрированной в ходе эксперимента. Оказывается, что поле тяготения порядка $10^{-6}g$ достаточно, чтобы повлиять на конфигурацию атомов в исследуемой расплавленной системе, а также на условия ее затвердевания.

* * *

Подобные исследования имеют большое фундаментальное значение, так как помогают ответить на принципиальные вопросы об основных закономерностях строения материи.

Результаты, полученные при проведении технологического эксперимента «Морава», явились важным шагом на пути к построению на околоземной орбите предприятий по производству материалов. Потребности в новых материалах — металлах, полупроводниках, материалах для оптической электроники, позволяющих ускорить технический прогресс, — растут с каждым днем. Усовершенствованием и повышением качества этих материалов и занимается новая область науки — космическая технология.

Эксперименты в области космической технологии представляют собой общую цель исследовательских коллективов Института физики твердых тел АН ЧССР и Института космических исследований АН СССР. Технологический эксперимент «Морава» — один из шести чехословацких экспериментов, которые провели в ходе совместного полета международного экипажа орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28» А. А. Губарев и В. Ремек* Эти эксперименты — пример успешного международного научного сотрудничества социалистических стран. Программа «Интеркосмос», в рамках которой социалистические страны совместно, общими усилиями получают новые сведения о космическом пространстве, является программой мирного использования тех возможностей, которые открывает перед нами Вселенная.

---

* Подробнее о них см. в статье В. Ремека в этом же томе ежегодника.

ЮРИЙ АНДРЕЕВИЧ ЖДАНОВ

(р. 1919) — химик, член-корреспондент АН СССР, ректор Ростовского государственного университета, председатель Совета Северо-Кавказского научного центра высшей школы.

В 1941 окончил Московский государственный университет по специальности органическая химия. В 1948 получил ученую степень кандидата философских наук, в 1957 — кандидата химических наук, в 1960 — доктора химических наук. С 1957 — ректор Ростовского государственного университета. В 1970 избран членом-корреспондентом Академии наук СССР и назначен председателем Совета Северо-Кавказского научного центра высшей школы.

Основное направление исследований в области химии — химия углеводов, физическая химия. Ю. А. Жданов работает также в области истории и методологии органической химии и общих вопросов философии естествознания.

В течение 30 лет занимается вопросами взаимоотношений человека и природы, рационального природопользования. Является инициатором развертывания математического моделирования экологической системы Азовского моря и руководит работами в этом направлении. С 1977 — член Совета по бассейну Дона.

Автор более 600 научных публикаций.

Наряду с большой организаторской и научной работой Ю. А. Жданов принимает активное участие в общественной и партийной работе.

На XIX съезде партии избирался членом ЦК КПСС, являлся делегатом XX, XXI, XXII, XXIII, XXIV и XXV съездов КПСС, член обкома КПСС, депутат Ростовского областного Совета народных депутатов.

Награжден орденом Ленина, двумя орденами Трудового Красного Знамени, другими орденами и медалями.

АЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ ГОРСТКО

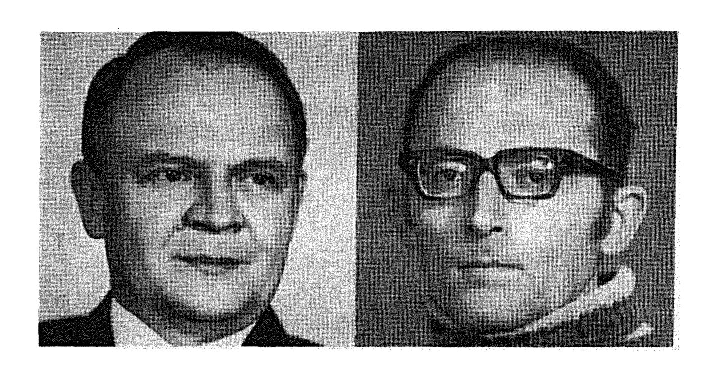
(р. 1934) — математик, доктор физико-математических наук, заведующий отделом «Математические методы в экономике и экологии» Научно-исследовательского института механики и прикладной математики Ростовского государственного университета.

В 1951 поступил на физико-математический факультет Харьковского государственного университета. После его окончания в 1956—1962 преподавал в Радиотехнической академии.

С 1962 по 1972 работал в Институте математики Сибирского отделения АН СССР и Новосибирском государственном университете.

Под руководством академика Л. В. Канторовича выполнил цикл работ по динамическому программированию и его применениям к решению некоторых экстремальных задач размещения и управления производством. В 1967 защитил кандидатскую, а в 1979 — докторскую диссертации. С 1972 работает в Ростовском государственном университете, где занимается моделированием экономико-биологических систем и, в частности, математическим исследованием проблем рационального использования водных ресурсов. С 1974 является заместителем научного руководителя программы МИНВУЗа РСФСР «Комплексное исследование рационального использования и охраны природных ресурсов бассейна Азовского моря».

Автор более 80 научных работ.



ЮРИЙ АНДРЕЕВИЧ ЖДАНОВ

АЛЕКСАНДР БОРИСОВИЧ ГОРСТКО

Экономико-биологические системы

С самого начала своего возникновения общество воздействовало на окружающую природу, изменяло среду обитания, растительные и животные организмы. Сам человек представляет собой конкретное единство социального и биологического. В общетеоретическом плане еще в середине прошлого века Маркс и Энгельс четко определили, что «история природы и история людей взаимно обусловливают друг друга» *.

Маркс предвидел процесс слияния наук о природе и наук об обществе в единую общечеловеческую науку. Однако реально это предвидение стало осуществляться тогда, когда экономические интересы людей столкнулись с нежелательными последствиями их хозяйственной деятельности, когда под угрозой оказалось складывавшееся тысячелетиями равновесие между экологией и экономикой.

Человеческая деятельность с незапамятных времен нарушала ход естественных природных процессов. В частности, выжигание растительности, применявшееся на ранних стадиях земледелия, неправильно организованный выпас скота, распахивание больших территорий и т. д. нередко приводили к печальным последствиям — плодородные, покрытые обильной растительностью земли сменялись бесплодными пустынями. Технические возможности человечества были тогда не столь уж высоки, так что эти последствия носили локальный характер. В наше время масштабы воздействия человека на биосферу резко возросли. С лица Земли безвозвратно (!) исчезли сотни видов животных, птиц, растений. Все бóльшие масштабы приобретает воздействие на водные ресурсы суши (регулирование стока рек, создание водохранилищ, мелиорация больших территорий и т. п.), загрязнение вод морей и океанов продуктами хозяйственной деятельности, изменение растительного покрова суши и др. Площадь территории, где наблюдаются локальные изменения, уже сравнима с площадью Земли. Мало того, изменения коснулись не только отдельных частей биосферы, но и некоторых ее глобальных характеристик. Так, в результате хозяйственной деятельности человека повысилось содержание углекислого газа в атмосфере, что, в свою очередь, обусловило повышение средней температуры воздуха у поверхности Земли примерно на 0,4°С.

Таким образом, налицо многогранное влияние человека на биосферу. И все же в целом на Земле на сегодняшний день нет угрожающей экологической ситуации, хотя в отдельных местах она и наблюдается. Другими словами, сейчас нет повода для паники, но, конечно же, нет места и благодушному оптимизму. Проблема поиска путей оптимального взаимодействия человека и природы поставлена, и ее нужно решать сейчас, не откладывая дело в долгий ящик.

В этой статье мы расскажем об исследованиях, которые были предприняты в Северо-Кавказском научном центре высшей школы. Эти исследования не носят планетарного характера, а относятся к конкретному региону и одному виду ресурса, что, с одной стороны, обусловлено практической необходимостью, с другой же — позволяет использовать достаточно обширную и надежную информацию. Однако прежде чем рассказывать о моделях конкретных экономико-биологических систем, необходимо познакомиться с общей теорией, объясняющей закономерности происходящих в этих системах процессов.

* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т 3, с. 16.

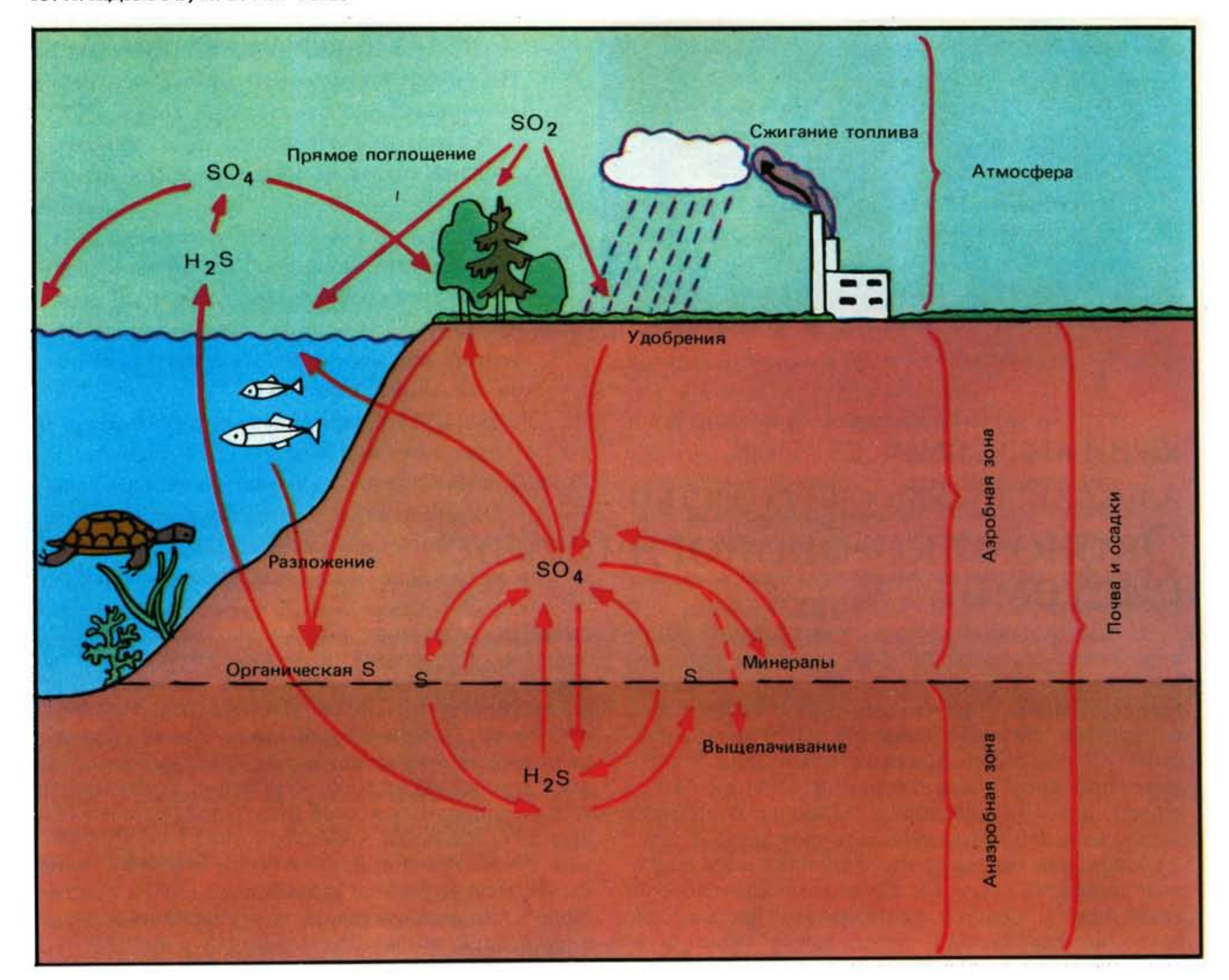


Рис. 1. Упрощенная схема биогеохимического цикла серы

Основы этой теории заложены в 1926 г. в работах академика В. И. Вернадского, вошедших в современную науку под названием учения о биосфере.

Коротко напомним суть теории В. И. Вернадского. Все находящееся на Земле состоит из живого и неживого. В каждый момент времени можно провести грань между живым и неживым, однако с течением времени происходит обмен веществ между живыми и неживыми компонентами биосферы. Пути, по которым происходит циркуляция элементов в биосфере, получили название биогеохимических циклов. В качестве иллюстрации приведем биогеохимический цикл серы (рис. 1) и схемы круговорота азота и фосфора (рис. 2).

Из рис. 1 видно, что механизмы, обеспечивающие реализацию подобного круговорота, во многом зависят от протекания чисто биологических процессов. Но не только от них. Деятельность человека, в частности экономическая деятельность, приводит к пространственному перераспределению веществ, созданию новых и т. п., в результате чего нарушаются отлаживавшиеся тысячелетиями механизмы. В первую очередь от этого страдает сам человек.

Биогеохимические циклы реализуются не биосферой в целом, а ее элементарными пространственными компонентами — экосистемами, представляющими собой взаимосвязанное местное сочетание растительности, животных, почвы, рельефа, климата, вод. В каждой экосистеме происходит круговорот вещества и энергии в характерном для нее направлении, и именно в отдельных экосистемах, а не в биосфере в целом наблюдаются уже нежелательные изменения, обусловленные деятельностью человека.

Эти нежелательные изменения могут иметь различный характер. Остановимся на некоторых из них.

В первую очередь укажем на возникновение деформированных биосферных циклов, обусловленных хозяйственной деятельностью людей. Такие деформации порождаются, например, введе-





Рис. 2. Схема круговорота *а* **— азота,** *б* **— фосфора**

нием монокультуры в сельском хозяйстве. Всякая монокультура реализует обмен веществ и энергии лишь в одностороннем, искаженном виде, что приводит к истощению почвы, обеднению экосистем.

Нежелательным последствием технологической деятельности является загрязнение окружающей среды, выступающее в двух формах: повышение концентрации природных веществ и элементов (например, засоление почв) и вторжение в биогеохимическую среду чуждых ей продуктов антропогенной природы (пестициды).

Наконец, в целом хозяйственная деятельность ведет к усилению процессов диссипации вещества и энергии в природе, к неизбежному конечному росту энтропии Это выдвигает перед человечеством на первый план энергетическую проблему.

Учение В. И. Вернадского о биосфере естественно сравнить со знаменитыми законами механики Ньютона. Если законы Ньютона дали возможность, например, зная положение материального тела и силы, на него действующие, вычислить будущие положения этого тела, построить траекторию его движения, то в идеях Вернадского заложена возможность предсказывать будущие состояния экосистем, развитие тех или иных процессов в биосфере. Однако по концепции Вернадского — в отличие от Ньютона — для получения практически важных результатов необходимо учитывать взаимодействие большого количества элементов — десятков, сотен, а то и тысяч. Именно поэтому лишь с появлением ЭВМ стало возможным не только теоретически описывать модели экосистем, но и реализовывать их на ЭВМ, доводя до практического использования.

Что же собой представляют математические модели экосистем и, более широко, модели экономико-биологических систем?

Наиболее общий принцип моделирования состоит в том, что реальным объектам и процессам, в них протекающим, ставятся в соответствие некоторые математические соотношения. Исследуя эти соотношения чисто математическими методами, по результатам делают определенные заключения о самих объектах. Если модели хороши, то заключения соответствуют истине.

В практических ситуациях выбор того или иного вида математической модели объекта должен быть всегда связан с тем, для какой цели эта модель создается. Этим определяются выбор шага во времени, структура отдельных частей, выбор параметров и др. В этом смысле говорят, что модель должна адекватно отражать не какую-то систему, а проблему, которая возникла и изучается в этой системе.

Понятно, что основной задачей в отношениях человека с природой является не просто бережное обращение с природными экосистемами, в том числе с биологическими сообществами, а научно обоснованное, продуманное, рациональное использование природных ресурсов. Математические модели, которые здесь могут использоваться, должны быть ориентированы на решение этой проблемы.

При этом подходе математические трудности увеличиваются во много раз. Помимо подробного учета взаимопревращений в биогеоценозах, здесь возникает необходимость моделирования блоков, описывающих воздействие человека на природные объекты и учитывающих как биологический, так и экономический эффект от такого воздействия. Именно в связи с этим обстоятельством такие комплексы получили название экономико-биологических систем, а соответствующие модели называют экономико-биологическими.

Модели такого рода существенно более сложны, чем те, которые рассматриваются в «классических» науках — механике, физике, химии и т. д. Если там вектор состояния редко имеет размерность, большую пяти—десяти, то в экономико-биологических моделях вектор состояния системы содержит, как правило, сотни компонент. В связи с этим трудности, которые встречаются при нахождении явного вида зависимости решения уравнений от управляющих воздействий, подчас оказываются непреодолимыми.

В этом случае дифференциальные уравнения обычно заменяются разностными уравнениями с

помощью выбора подходящего шага по времени. Далее, для набора фиксированных значений управляющих воздействий можно вычислить траекторию развития системы во времени. Фиксируя другой набор управляющих воздействий, можно вычислить другую траекторию развития системы, соответствующую этому новому набору. Таким образом, «разыгрывается», или, как говорят, имитируется, отклик системы на тот или иной набор управляющих воздействий.

Такой метод исследования сложных систем носит название имитационного моделирования*. Как правило, с его помощью невозможно точно описать качественное поведение системы. Однако перебор траекторий, отвечающих разным наборам управляющих воздействий, все же позволяет делать какие-то суждения об этом поведении и выбирать среди множества альтернатив наилучшие в каком-то смысле управляющие воздействия.

Необходимо отметить, что при этом роль математической модели как инструмента исследования изменяется. Если в простейших моделях биологических сообществ или экономических процессов структура моделей и их параметры позволяют делать весьма общие выводы о поведении сообществ или течении процессов, то здесь модель, правда, неизмеримо более сложная, относится к некоему конкретному объекту и дает возможность намного быстрее обнаружить возможную его реакцию на то или иное внешнее воздействие.

Как правило, в таких моделях в число внешних воздействий, кроме управляющих, входит некоторое количество случайных возмущений, связанных с переменными климатическими факторами. В этом случае для данного набора управляющих воздействий вычисляют не одну траекторию развития системы, а набор таких траекторий, соответствующих разным случайным возмущениям, и для выводов используют статистические методы обработки этого набора траекторий.

В моделях такой сложности зачастую приходится принимать различные допущения, упрощающие задачу (хотя она и после этого остается весьма сложной), приходится объединять сходные по свойствам параметры в один (агрегирование) и т. п.

Специфика системы, которая исследуется, и в большей мере задача, которая для этой системы сформулирована, позволяют всякий раз выбрать уровень агрегирования и набор допущений наиболее удобным для целей исследования образом.

После этих достаточно общих высказываний перейдем к описанию того, как же устроены математические имитационные модели экономико-биологических систем, познакомимся с одной из проблем, потребовавших создания таких моделей.

Первыми объектами имитационного моделирования экологических систем стали водные бассейны. Ныне особенно успешно и интенсивно разрабатываются модели для Байкала, Великих озер США, Балтийского моря, а в нашем случае — бассейна Азовского моря.

Такой выбор объектов не случаен. Вода играет особую роль в жизни нашей планеты. Вода — необходимое условие существования жизни, в ней заключена основная часть биомассы Земли. С помощью воды осуществляется миграция химических элементов, перенос огромных масс. Вода поглощает космическую энергию Солнца и через систему фазовых переходов (пар — дождь — снег — сток) трансформирует ее в механическую энергию, преобразующую в конечном итоге весь рельеф планеты.

Теперь мы хорошо понимаем, что печальная судьба безжизненных Луны или Марса в первую очередь обусловлена отсутствием или прекращением на них вечного круговорота воды.

Вода — важнейший элемент хозяйственной деятельности человека. Это было очевидно не только в эпоху великих речных культур Нила, Инда, Ганга, Тигра, Евфрата или Янцзы. И ныне экономическое районирование в существенной мере связано с водными системами рек, озер или морей. Вполне правомерно рассматривать как некое эколого-экономическое единство бассейн Енисея или Волги, район Великих озер или Азовский бассейн.

На проблемах последнего мы и остановимся.

В Азовском бассейне, занимающем площадь более 0,5 млн. кв. км, представлены практически все основные виды промышленного и сельскохозяйственного производства. Численность населения здесь составляет около 30 млн. человек. На территории бассейна производится столько же промышленной продукции, сколько ее выпускают некоторые промышленно развитые страны Европы. Сельскохозяйственное производство, занимающее более 0,4 млн. кв. км, ежегодно дает миллионы тонн продукции. В связи с тем что бóльшая часть региона относится к зоне недостаточного естественного увлажнения, существенную роль играет искусственное орошение. Сейчас здесь орошается около 6,5 тыс. кв. км земель, в ближайшем же будущем эта площадь должна увеличиться до 30 тыс. кв. км.

Дальнейшее развитие в регионе орошаемого земледелия, а также промышленности связано с ростом водопотребления. Ограниченность же речного стока в Азовском бассейне (всего около 41 куб. км в год) неизбежно рано или поздно должна была явиться тормозом на пути этого развития. В настоящее время напряженность

---

* См. также статью Н. Н. Моисеева «Имитационные модели» в ежегоднике «Наука и человечество. 1973». — *Ред.*

водного баланса в регионе может быть охарактеризована следующими данными: в среднем на одного жителя здесь приходится 1,7 тыс. куб. м пресной воды в год, тогда как средняя величина, взятая по стране в целом, составляет 20 тыс. куб. м в год. Важность проблемы водоснабжения становится особенно ясной, если учесть, что объем безвозвратного водопотребления, составляющий в настоящее время 9,33 куб. км в год, в соответствии с перспективными планами возрастет в 2,5 раза.

Нехватка пресной воды оказывает отрицательное воздействие не только на дальнейшее развитие промышленности и сельского хозяйства. Быть может, наиболее серьезные потери несет экологическая система, в данном случае экосистема Азовского моря. На первый взгляд кажется, что роль пресной воды в жизни водных сообществ Азовского моря не может быть большой. Но это только на первый взгляд! Проследим эволюцию экосистемы Азовского моря, начав с периода, когда масштабы антропогенной деятельности были еще весьма малы.

В течение веков полноводные реки Дон и Кубань несли в Азовское море большое количество пресной воды. В сочетании со сравнительно слабым водообменом с Черным морем это привело к тому, что соленость Азовского моря оказалась гораздо ниже, чем в соседнем Черном море (около 11‰ — в Азовском и 17‰ — в Черном). Мелководность Азовского моря, высокие летние температуры, значительное содержание органических и минеральных веществ в стоке рек — все это привело к тому, что солоноватое (а не соленое!) Азовское море стало наиболее рыбопродуктивным морем мира. Для сравнения укажем, что рыбопродуктивность Азовского моря была в 1,5 раза больше, чем Северного, в 6 раз больше, чем Каспийского, в 8 раз больше, чем Балтийского, и почти в 25 раз больше, чем Черного моря.

Проведенное в 1952 г. зарегулирование стока реки Дон привело к значительному воздействию на экосистему моря. Так, практически полное исчезновение паводков лишило проходных и полупроходных рыб многих нерестилищ в пойме Дона, что оказало весьма неблагоприятное влияние на численность различных пород рыб.

Более сложная цепь взаимосвязанных событий обусловлена ростом безвозвратного водопотребления. Так как сократился приток пресных вод в море, должен был увеличиться (и он увеличился!) приток в него соленых черноморских вод. Если раньше средняя соленость моря составляла 10—11‰, то к настоящему времени она достигла 13‰ и имеет тенденцию к дальнейшему увеличению. Повышение солености в сочетании с сокращением количества биогенных элементов, приносимых материковым стоком (37 тыс. т соединений азота вместо имевшихся ранее 77,6 тыс. т, 4,3 тыс. т соединений фосфора вместо имевшихся ранее 13,2 тыс. т), привело к тому, что условия жизни в море стали неблагоприятными для многих солоноватолюбивых реликтовых форм ихтиофауны (судак, тарань, рыбец и др.) и, наоборот, более подходящими для ряда средиземноморских видов. Такое изменение условий явилось причиной сокращения численности ценных промысловых пород рыб и, с другой стороны, вызвало вселение малоценных с пищевой точки зрения иммигрантов из Черного моря (медузы и др.), дополнительно ухудшающих кормовую базу рыбного хозяйства. На рис. 3 и 4 схематически показано, как повлияло изменение водопотребления в регионе на распределение зон солености в Азовском море. Поскольку, как уже говорилось выше, в ближайшее время ожидается дальнейший рост безвозвратного водопотребления, есть все основания ожидать, что без принятия специальных мер состояние рыбного хозяйства Азовского моря будет только ухудшаться.

Итак, напряженность, имеющая место в использовании водных ресурсов Азовского бассейна, достигла уже такого уровня, когда улучшение положения какого-либо одного водопотребителя ведет с неизбежностью к ухудшению положения других. В этих условиях для правильного распределения воды между водопотребителями и водопользователями необходим всесторонний математический системный анализ всего комплекса водохозяйственных проблем. Только с его помощью может быть выбрана такая стратегия использования воды, которая обеспечит наибольший суммарный экономический эффект в сочетании с выполнением необходимых ограничений для всех участников водохозяйственного комплекса в интересах охраны экосистемы.

Впрочем, есть и другая, не менее важная сторона вопроса, требующая применения системного анализа. Понятно, что только правильное распределение воды не может разрешить все проблемы, уже сложившиеся к настоящему времени. Для устранения перечисленных выше нежелательных явлений необходимы значительные водохозяйственные мероприятия, призванные осуществить реконструкцию водоемов бассейна. К настоящему времени разрабатываются проекты двух таких мероприятий: переброска части стока северных рек через Волгу и Дон и сооружение плотины в Керченском проливе для уменьшения количества соленых вод, поступающих из Черного моря. Проведению таких крупных мероприятий обязательно должен предшествовать всесторонний анализ их возможных последствий, так как опыт показывает, что планируемый положительный эффект нередко многократно перекрывается непредвиденным отрицательным эффектом экологического плана, в особенности для проектов такого масштаба, изменяющих экологическую ситуацию во многих регионах, в том

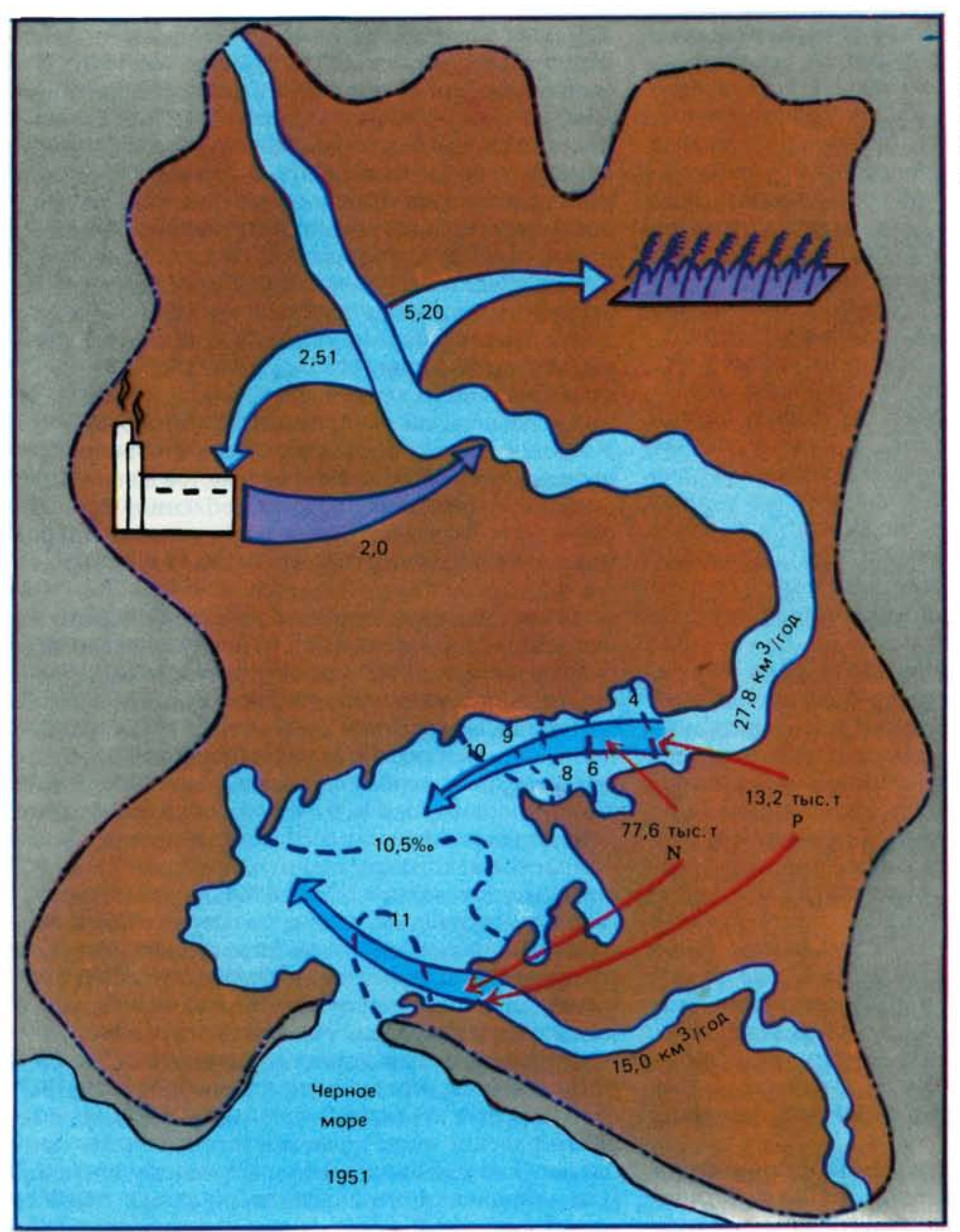


Рис. 3. Объемы водопотребления, стоки рек, вынос ими биогенных элементов с территории Азовского бассейна и определяемая этим картина распространения солености в Азовском море в 1951 году

числе отстоящих один от другого на тысячи километров. Этот анализ должен быть произведен точными математическими методами (проведение соответствующих натурных экспериментов оказалось бы слишком дорогим!), с тем чтобы иметь возможность сделать достаточно надежный прогноз будущих состояний экосистемы (в данном случае мы говорим только об одном регионе).

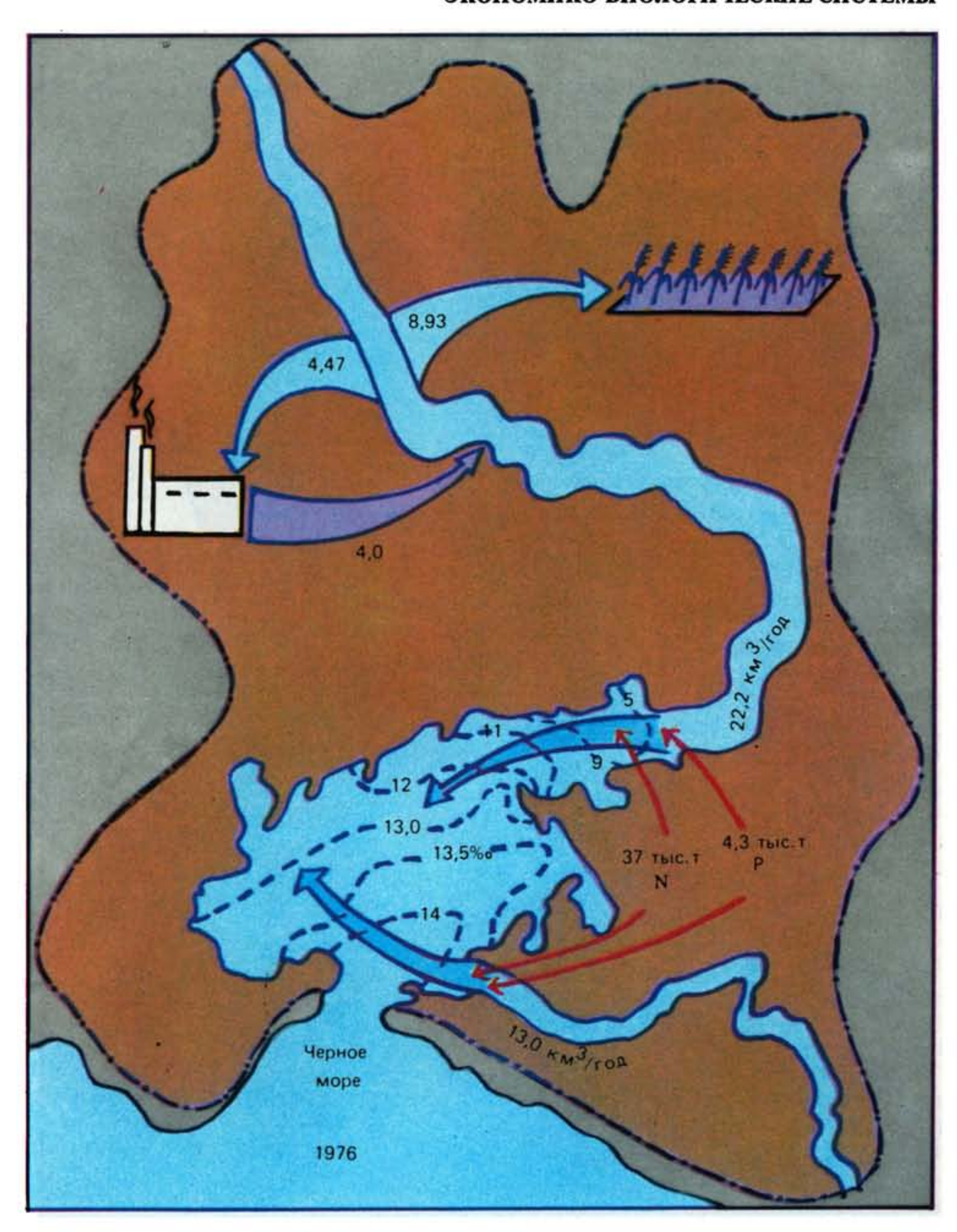
Таким образом, мы пришли к необходимости построения двух математических моделей (точнее, систем моделей):

1. Модели водохозяйственного комплекса региона — имитационной системы «Водохозяйственный комплекс региона» (ИС ВОХОКОР), которая позволяет решать задачи распределения воды между потребителями с учетом их экономической деятельности, а также прогнозирует количество и качество воды, поступающей с территории бассейна в Азовское море.

2. Модели экосистемы Азовского моря — имитационной системы «Азовское море», которая позволяет рассчитывать отклик экосистемы на различные водохозяйственные мероприятия на территории бассейна, на те или иные вмешательства в жизнь экосистемы.

Разумеется, мы не будем приводить здесь те тысячи уравнений, которые и составляют суть этих моделей. Желающие могут познакомиться с ними по специальной литературе. Наша задача много скромнее — объяснить, как устроены

Рис. 4. Те же самые данные для 1976 года



модели, какую пользу и как от них можно получить.

Математическая модель формирования и использования водных ресурсов региона представляет собой некий аналог приходно-расходной бухгалтерской книги. В ней фиксируются поступления воды в регион, траты ее каждым водопотребителем, экономические эффекты, связанные с этими тратами, и т. п. Понятно, что, поскольку речь идет о сотнях водопотребителей, о непрерывно происходящих природных процессах, обойтись книгой уже невозможно, и ее роль играет комплекс программ для ЭВМ.

Поскольку, как уже говорилось, регион достаточно велик и территория его не однородна, вовсе не безразлично, в какой части его функционирует тот или другой водопотребитель. Поэтому разделим регион на ряд частей (камер), которые уже можно считать однородными. Каждая камера представляет собой водосборный бассейн небольшой реки или системы рек (рис. 5).

Каждой камере сопоставим набор переменных и постоянных характеристик — паспорт камеры. Все характеристики — компоненты паспорта — могут быть разделены на четыре группы.

1. Статические — не изменяющиеся в течение периода имитации (площадь камеры, длина русловых потоков, распределение площади камеры между различными типами почв и др.).



Рис. 5. Схема Азовского бассейна. Пунктиром показано деление территории на ячейки (камеры) для ИС ВОХОКОР

2. Псевдостатические — выбираемые в начале периода имитации (набор предприятий в камере, набор технологических процессов с точки зрения водопотребления и дохода, набор сельскохозяйственных культур и распределение площади камеры между ними, гидрологические связи с другими камерами и др.).

3. Квазидинамические — изменяющиеся на каждом шаге имитационного процесса достаточно мало, в связи с чем это изменение учитывается с другим, бо́льшим шагом (численность населения камеры и т. п.).

4. Динамические — изменяющиеся на каждом шаге имитационного процесса (влажность почвы, запас воды в русловых потоках, биомасса растений и т. п.).

Работа ИС ВОХОКОР, по сути, представляет собой последовательный просмотр и преобразование паспортов всех камер региона, выполняемые по вполне определенным правилам с учетом закономерностей (моделей) как природных, так и антропогенных процессов трансформации влагозапасов.

Приведем здесь краткую характеристику этих правил, назвав основные блоки алгоритма функционирования ИС.

Работа алгоритма начинается с задания паспортов всех камер системы в начальный момент

процесса имитации и выбора шага процесса. Далее, вне ИС осуществляется прогноз на ближайший шаг внешних факторов (температура воздуха, скорость ветра, количество осадков и др.) для всех камер системы. В дальнейшем эти прогнозные величины используются при преобразовании паспортов. Камеры системы занумерованы в соответствии с существующими между ними гидрологическими связями — меньшим номерам отвечают камеры, расположенные выше по течению рек. Просмотр камер и преобразование их паспортов ведется в порядке увеличения номеров.

Пусть в ходе этого просмотра мы дошли до камеры с номером i. Перечислим блоки алгоритма преобразования ее паспорта:

1. Сброс воды из камеры в соответствии с имеющимися в ней гидрологическими связями в камеры с бóльшими номерами.

2. Поступление воды в камеру в виде осадков и по гидрологическим связям от камер с меньшими номерами.

3. Определение среднего качества воды в камере.

4. Формирование заказов на воду от промышленности и населения.

5. Удовлетворение заказов на воду от промышленности и населения.

6. Определение количества воды, участвующей в природных процессах, происходящих в камере.

7. Имитация процесса ирригации и природных процессов трансформации влаги на территории камеры за временной шаг.

8. Имитация изменения влагозапасов в камере, обусловленного деятельностью промышленности за временной шаг.

9. Имитация изменения влагозапасов в камере, обусловленного деятельностью коммунального водоснабжения за временной шаг.

10. Определение количества и среднего качества воды в русловых потоках к началу очередного шага.

Замечание. Блоки 7, 8 и 9 устроены так, что они могут не только имитировать перечисленные процессы, но и отыскивать оптимальные в том или ином смысле параметры антропогенных процессов.

После завершения преобразования паспорта i-й камеры осуществляется переход к преобразованию паспорта $(i+1)$-й камеры и т. д. до тех пор, пока не будет завершен просмотр всех камер, входящих в состав региона. На этом заканчивается выполнение одного шага имитационного процесса всем регионом. Далее осуществляется прогноз внешних факторов, но уже на следующий шаг, вновь просматриваются и преобразуются паспорта всех камер и т. д. вплоть до заранее заданного конца имитационного процесса.

Таков вкратце принцип работы ИС ВОХОКОР.

Описанная имитационная система представляет собой математическую модель широкого назначения. Ее можно использовать как для долгосрочных прогнозов тех или иных водохозяйственных решений, так и для оперативного управления водными ресурсами (конечно, при надлежащем выборе размеров камеры и величины шага имитационного процесса). Именно ИС позволяет проследить эволюцию экономико-биологической системы в зависимости от избираемых управлений и некоторых внутренне ей присущих характеристик. Это дает возможность оценивать управление не с «сиюминутной» точки зрения, а с позиций долгосрочного народнохозяйственного эффекта. В частности, прогноз последствий таких крупных мероприятий, как переброска части стока северных рек в Азовский бассейн или сооружение плотины в Керченском проливе, может быть выполнен тоже с помощью ИС. (Повторяем, данная ИС позволяет сделать прогноз последствий подобных мероприятий для данного региона; чтобы учесть их последствия для других регионов, нужны другие ИС.)

После того как мы познакомились с ИС ВОХОКОР, не представит большого труда разобраться и в устройстве имитационной системы «Азовское море» (ИС «Азовское море»).

Так же как и там, вся акватория разделена на достаточно однородные части — семь районов

Все процессы, происходящие в экосистеме моря, сгруппированы по «родственному» принципу, образуя блоки. Каждый блок представляет собой некоторую частную модель, все же вместе они с учетом взаимодействия между ними и представляют собой ИС «Азовское море». По сути, структура всей имитационной системы выглядит очень просто (рис. 6).

Однако каждый из приведенных блоков весьма сложен, ибо с помощью математических соотношений (уравнений, логических условий и др.) в нем записана вся имеющаяся на сегодняшний день информация о процессах в этом блоке. Каждый блок реализован в виде отдельной программы на ЭВМ, кроме того, с помощью управляющей программы заданы правила взаимодействия блоков. Пусть в некоторый момент времени известны значения всех существенных параметров, определяющих состояние экосистемы в каждом районе. (Заметим, кстати, что в ИС используется 120 таких параметров, и, следовательно, для характеристики состояния всей экосистемы требуется $120\times7=840$ параметров — рис. 7.) Тогда на основании статистического анализа значений внешних факторов за прошлое время можно предсказать, какими они окажутся через пять суток, ибо именно этот временной интервал принят в нашей ИС за единичный шаг.



Рис. 6. Структура ИС «Азовское море»

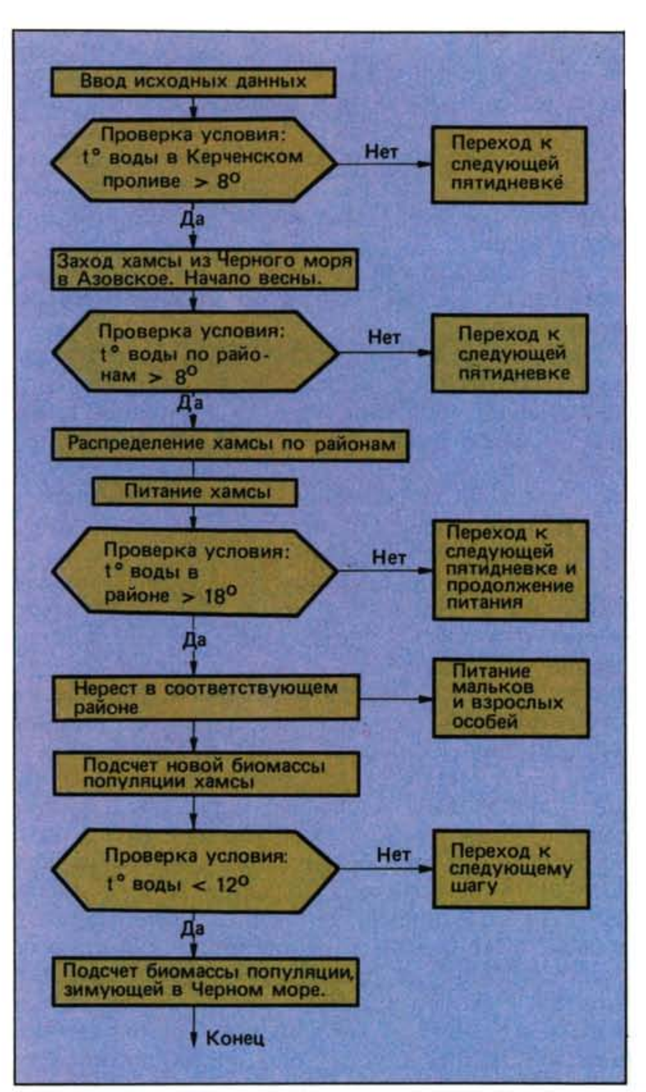
Рис. 7. Схема разбиения Азовского моря на районы и вектор состояния ИС «Азовское море»

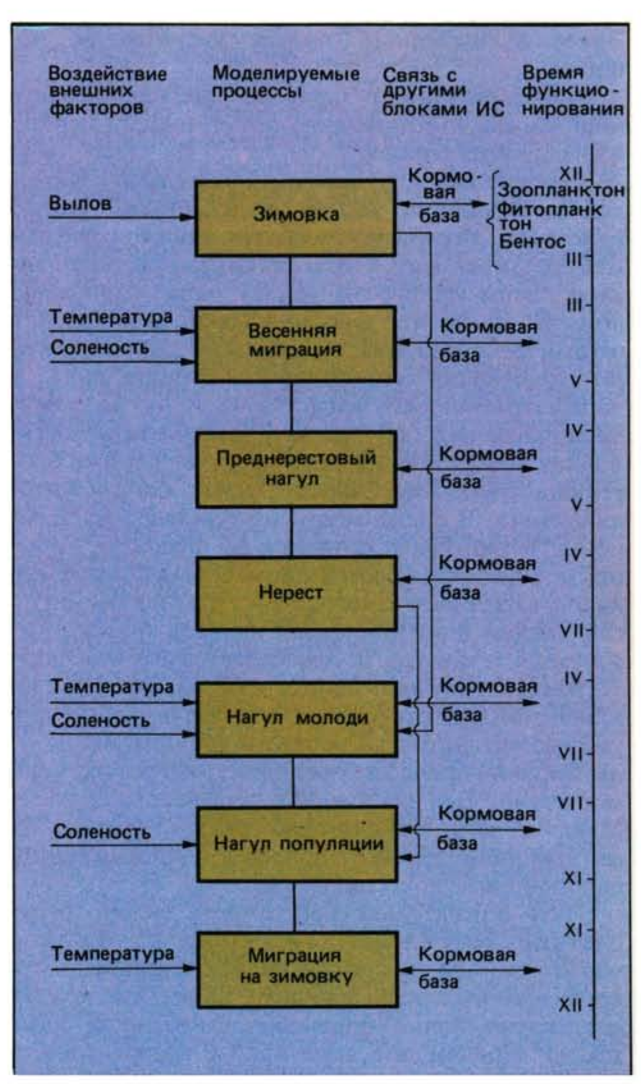
Рис. 8. Блок-схема «Хамса»

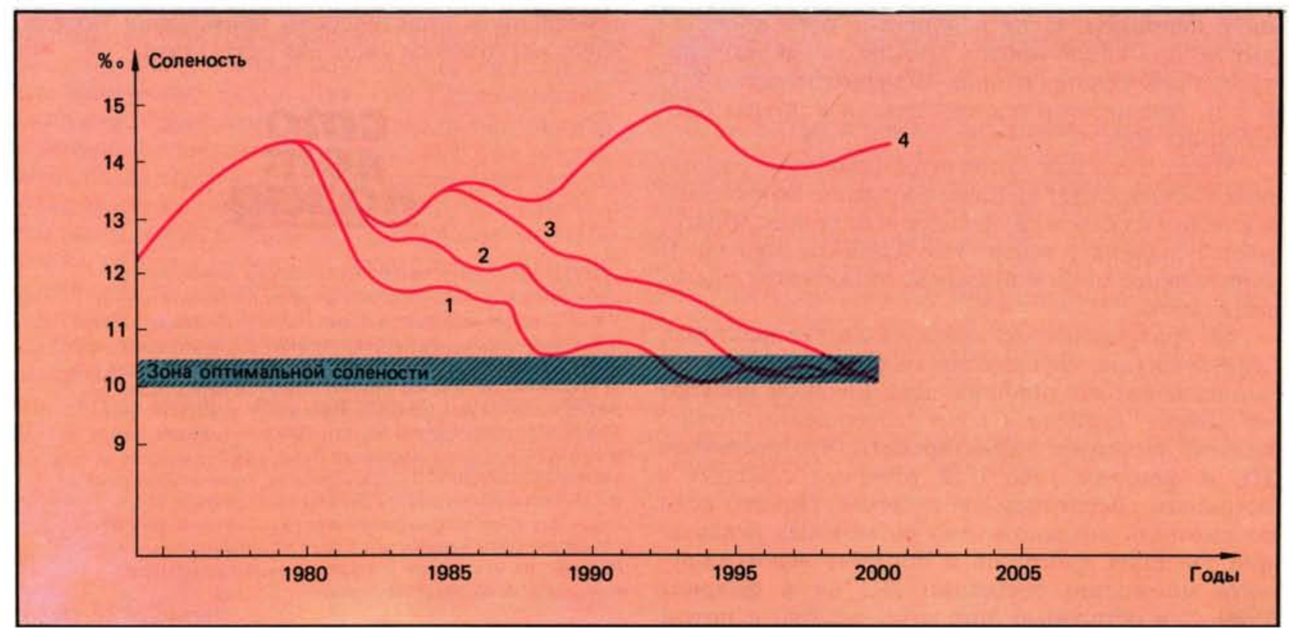
Рис. 9. Схема последовательных процессов, моделируемых в блоке «Тюлька»

Рис. 10. Изменение средней солености Азовского моря в зависимости от различных сроков сооружения плотины в Керченском проливе (расчеты проведены в предположении, что период до 2000 г. будет маловодным)

Резерв блока "Бентос"
Биомассы групп видов бентоса, г/м^2 дна
Удельные биомассы видов группы зоопланктона, мг/м^3
Резерв блока "Фитопланктон"
Удельная биомасса фитопланктона по видам, мг/м^3
Резерв блока "Качество вод"
Концентрации загрязняющих веществ, мг/м^3
Резерв блока "Биогенные элементы"
Концентрации соединений фосфора, мг/м^3
Концентрация азотсодержащих соединений, мг/м^3
Концентрация растворенного кислорода в нижнем слое, мл/л
Концентрация растворенного кислорода в верхнем слое, мл/л
Соленость воды, ‰
Содержание фосфора в детрите
Содержание азота в продуктах метаболизма
Содержание азота в отмерших организмах
Биомассы и численности возрастных групп "прочих рыб"
Биомассы и численности возрастных групп хамсы
Численность возрастных групп тюльки
Биомассы возрастных групп тюльки
Биомассы и численности возрастных групп осетровых (белуги, осетра, севрюги)
Биомассы и численности возрастных групп тарани
Биомассы и численности возрастных групп леща
Биомассы и численности возрастных групп
Численность бычков по возрастным группам
Биомассы возрастных групп бычка
1
2
3
4
5
6
7


Ввод исходных данных
Проверка условия: t° воды в Керченском проливе > 8°
Нет
Переход к следующей пятидневке
Да
Заход хамсы из Черного моря в Азовское. Начало весны.
Проверка условия: t° воды по районам > 8°
Нет
Переход к следующей пятидневке
Да
Распределение хамсы по районам
Питание хамсы
Проверка условия: t° воды в районе > 18°
Нет
Переход к следующей пятидневке и продолжение питания
Да
Нерест в соответствующем районе
Питание мальков и взрослых особей
Подсчет новой биомассы популяции хамсы
Проверка условия: t° воды < 12°
Нет
Переход к следующему шагу
Да
Подсчет биомассы популяции, зимующей в Черном море.
Конец


Воздействие внешних факторов
Моделируемые процессы
Связь с другими блоками ИС
Время функционирования
Вылов
Зимовка
Кормовая база
Зоопланктон
Фитопланктон
Бентос
Температура
Соленость
Весенняя миграция
Кормовая база
Преднерестовый нагул
Кормовая база
Нерест
Кормовая база
Температура
Соленость
Нагул молоди
Кормовая база
Соленость
Нагул популяции
Кормовая база
Температура
Миграция на зимовку
Кормовая база
XII
III
III
V
IV
V
IV
VII
IV
VII
VII
XI
XI
XII


‰
Соленость
15
14
13
12
11
10
9
1
2
3
4
Зона оптимальной солености
1980
1985
1990
1995
2000
2005
Годы

Затем вычисленные данные вводятся во все блоки.

Далее начинают одна за другой работать программы, имитирующие пятисуточный период «жизни» всех блоков.

Прежде всего, в зависимости от ветра происходит водообмен между выделенными семью районами: перераспределяются биогенные элементы, переносится фитопланктон и зоопланктон. Этим процессом ведает блок «Динамика вод». Блок «Химия вод» описывает те изменения в химическом составе вод каждого района, которые произошли за пятидневку: бывшие ранее в воде загрязняющие вещества частично разложились, частично, быть может, имели место поступления новых порций этих веществ, а также биогенных элементов. Далее следует блок «Фитопланктон». В зависимости от условий (освещенность, ветер, содержание азота, фосфора, кремния в воде) изменяются биомассы основных его видов. Отмерший за пятидневку фитопланктон на следующем шаге поступает на вход блока «Химия вод», а там уже осуществляется его «распад».

Аналогично идет работа и остальных блоков: в зависимости от условий они увеличивают или уменьшают биомассы соответствующих видов — имитируют процессы питания, отмирания, размножения. Все происходит в строгом соответствии с теми закономерностями, которые на сегодняшний день установлены гидрохимиками, гидробиологами, ихтиологами.

Если внимательно рассмотреть сильно огрубленную схему блока «Хамса» (рис. 8), то можно убедиться, что, несмотря на всю упрощенность приведенного здесь варианта блока, он все же достаточно полно описывает жизненный цикл хамсы. Причем описание это не абстрактное, а опирающееся на вполне конкретную информацию: например, заход в Азовское море происходит не при какой-нибудь произвольной температуре, а при установленных экспериментально 8°C и т. п. Аналогично обстоит дело и в других блоках (рис. 9).

После того как закончится один такт работы всех блоков, будет найдено состояние экосистемы в каждом из районов. А далее весь процесс повторяется сначала, и теперь уже Азовское море предстанет перед нами в будущем, отдаленном еще на пять суток.

Но, разумеется, поскольку внешние факторы, определяющие функционирование блоков, случайны и на сегодняшний день никакой прогноз не может предсказать их совершенно точно, нельзя, например, гарантировать, что состояние ИС 4 февраля 1980 г. в точности совпадет с истинным состоянием экосистемы. Однако если рассмотреть все множество возможных реализаций внешних факторов и соответственно получить множество состояний ИС на 4 февраля 1980 г. и остальные дни этого месяца, а потом усреднить все эти состояния, то с достаточно высокой надежностью можно вычислить состояние экосистемы моря в феврале 1980 г. Более подробные вычисления просто не нужны.

В настоящее время разработаны уже и более совершенные схемы функционирования ИС «Азовское море». Останавливаться здесь на них мы не будем.

Мы рассмотрели две модели экономико-биологических систем. Теперь об их практическом применении.

Нужно четко представлять себе, что от создания теоретической модели до ее практического применения пролегает немалая дистанция, которая, к сожалению, очень часто так и остается непройденной. Чтобы ее преодолеть, необходимы: реальная информация, организация, заинтересованная в решении практических задач, соответствующая вычислительная техника.

С точки зрения перечисленных условий модель экосистемы Азовского моря (ИС «Азовское море») оказалась в чрезвычайно выгодном положении. Действительно, с самого начала модель разрабатывалась на основе реальной, фактически существующей информации. Далее, имеется организация (Азовский НИИ рыбного хозяйства — АзНИИРХ), которая ведает как изучением экосистемы Азовского моря, так и вопросами ее практической эксплуатации. Мало того, представители этой организации с самого начала активно участвовали в создании модели, являются ее соавторами, так что и организация в целом, и конкретные исполнители в частности заинтересованы в практическом использовании модели. Наконец, с самого начала модель создавалась в расчете на имеющуюся в распоряжении авторов ЭВМ БЭСМ-6. Столь благоприятное стечение обстоятельств нашло свое отражение в немедленном практическом применении модели. Здесь мы отметим лишь два результата.

сто лет назад

АНГЛИЯ. Новый проект устройства переезда с устранением морской болезни из Англии на континент уже близок в Лондоне к выполнению. В общих чертах и в финансовом отношении принят план одного инженера, ученика известного Циммермана. На пароме колоссальной величины предполагается перевозить через пролив целые железнодорожные поезда от Бих-Гайда, откуда Дьепп в 90 или 100 километрах; этот же самый поезд от морского берега будет направляем прямо в Париж. Таким образом, путь от Лондона до Парижа сокращается до 160 километров. Пристань для парома ввиду приливов и отливов посредством особого механизма будет подниматься и опускаться, так что паром и полотно рельс не будут в зависимости от высоты воды.

«Нива», № 17, 1880 г.

Выше говорилось, что одним из поводов для создания модели экосистемы моря послужило обсуждение вопроса о целесообразности перекрытия Керченского пролива. Что же показал анализ модели? Уместно прежде всего подчеркнуть не всегда ясно понимаемый факт, что анализ модели никогда не даст ответа на вопрос: «Строить или не строить?» Ответ на него относится к прерогативам человека. Могут быть получены ответы лишь на вопросы типа: «Что будет, если?..»

В свете сказанного и были проведены машинные имитационные эксперименты, имевшие целью выяснить, каков будет отклик экосистемы моря на перекрытие пролива. На рис. 10 приведены результаты этих экспериментов. Кривая *1* изображает график изменения во времени средней солености моря (один из основных показателей состояния моря), если пролив будет перекрыт в 1980 г. Аналогичный смысл имеют кривые *2* и *3* с той лишь разницей, что предполагаемое перекрытие пролива происходит в 1982 и 1985 гг. Ну а если пролив не перекрывать, что произойдет тогда? Кривая *4* на том же рисунке дает ответ на этот вопрос. Видно, что повышение солености будет происходить и дальше, достигая к 1993 г. максимального значения, равного 15,0‰. Соответствующие эксперименты проводились и с остальными компонентами экосистемы.

Если этот результат относится к перспективному управлению экосистемой, то другой дает представление о том, в чем может помочь модель при решении практических задач сегодняшнего дня. Как известно, значительную часть всего промышленного улова в Азовском море составляет хамса. Так, в 1976 г. из 1 120 000 ц общего улова хамса составила 586 000 ц. Ловят хамсу поздней осенью, когда она покидает Азовское море и через Керченский пролив направляется к местам зимовки у берегов Кавказа. Поскольку лов длится не долго, очень важно заранее запланировать количество судов. Для этого чрезвычайно важно иметь прогнозы сроков начала миграции и численности популяции хамсы, которая будет мигрировать через Керченский пролив. Вот тут-то и оказывается полезной модель! Что если результаты августовской съемки, проводимой АзНИИРХом, ввести в модель и «проиграть» динамику численности и биомассы популяции хамсы вплоть до ноября — декабря? Такой эксперимент был сделан с данными 1976 г., позволившими провести сравнение расчетных и фактических величин. Отклонение их составило всего 5% (49763 млн. штук — расчетная величина, 52500 млн. штук — фактическая величина, измеренная в сентябре 1976 г.), что дало основание в 1977 г. начать промышленное использование модели. Был выполнен уже не ретроспективный, а настоящий прогноз срока начала миграции хамсы. Проведенные в конце августа расчеты показали, что ход хамсы должен начаться 8-10 октября. В действительности же он начался в ночь на 9 октября!

Полезность модели экосистемы Азовского моря была подтверждена 2 декабря 1976 г. на заседании научно-технического совета Министерства рыбного хозяйства СССР, который отметил, что создание такой модели не имеет прецедентов как в отечественной, так и в мировой науке. Рекомендовано применять модель в качестве инструмента исследования при решении актуальных задач, стоящих перед рыбным хозяйством Азовского моря.

Сложнее обстоит дело с моделью водных ресурсов региона. В настоящее время эта модель пока только построена (в Научно-исследовательском институте механики и прикладной математики Ростовского университета). Решен ряд частных задач, связанных с планированием использования воды для нужд ирригации, выяснены некоторые последствия переброски части стока северных рек в бассейн Дона. В мае 1977 г. создан «Совет по бассейну Дона», решающий (правда, пока не на основе строгих расчетов) вопросы распределения воды. Нет сомнения, что не за горами то время, когда точный расчет (модель + + ЭВМ) проложит дорогу к управлению водными ресурсами региона и далее — к управлению еще более сложными, но столь важными для народного хозяйства экономико-биологическими системами.

Хотя имитационные системы, о которых мы рассказывали, создавались для исследования проблем Азовского моря, при надлежащей модификации и введении необходимой информации они могут применяться и к другим водоемам.

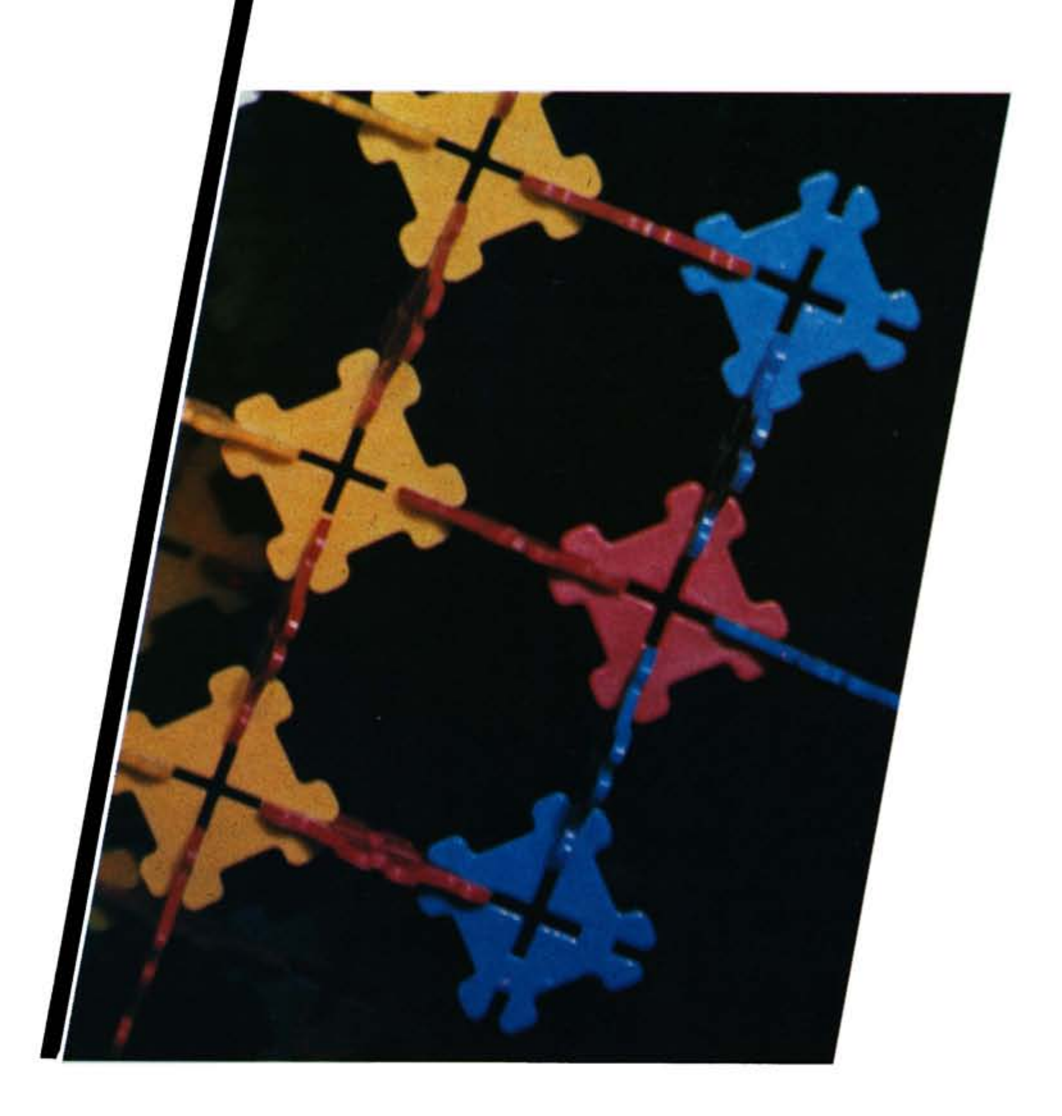
В 1978 году в рамках межправительственного советско-американского соглашения об охране окружающей среды было проведено сравнение советских и американских математических моделей. В ходе совместной работы, которая проходила в городах Ростове-на-Дону (СССР) и Гросс Илл (США), различные модели применялись для расчетов качества вод трех водоемов: озера Байкал, залива Сагиноу озера Гурон и Азовского моря. Тот факт, что результаты расчетов оказались достаточно близки, служит дополнительным подтверждением высокой надежности разработанных математических моделей.

КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
ФИЗИКА
АСТРОНОМИЯ
МАТЕМАТИКА,
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА,
МЕХАНИКА
ХИМИЯ
НАУКИ О ЗЕМЛЕ
БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА
ИСТОРИЯ, АРХЕОЛОГИЯ,
ЭТНОГРАФИЯ
ФИЛОСОФИЯ
ЭКОНОМИКА
ФИЛОЛОГИЯ

ЛЕТОПИСЬ НАУКИ

ПРАВИЛЬНЫЙ
ПУТЬ
ТАКОЙ:
УСВОЙ
ТО,
ЧТО
СДЕЛАЛИ
ТВОИ
ПРЕДШЕСТВЕННИКИ,
И
ИДИ
ДАЛЬШЕ.

Л. Толстой







Х. А.АМИРХАНОВ,
кандидат исторических наук

В Н БАСИЛОВ,
кандидат исторических наук

Ю. С БЕГМА,
кандидат экономических наук

Ф. А. БОГОМОЛОВ,
кандидат физико-математических наук

Л. А. БРУТЯН,
кандидат исторических наук

Л. М. ГАВРИЛОВ,
кандидат исторических наук

О. П. ГРУШНИКОВ,
кандидат химических наук

А. В ДАВТЯН,
кандидат философских наук

В. А ДУНАЕВСКИЙ,
доктор исторических наук

Е. П. ЕГОРОВ,
кандидат исторических наук

М. И. ЕЛИНСОН,
доктор физико-математических наук

Л. М ЕРМАКОВИЧ,
сотрудник АН СССР

С. В. ЗАИКА,
кандидат филологических наук

И. Б. ИВАНОВ,
кандидат геолого-минералогических наук

Е. И. ИНДОВА,
доктор исторических наук

А. В. КОЛОМИЕЦ,
кандидат химических наук

А. И. КОСТРИКИН,
член-корреспондент АН СССР

Г. В. КРАСНОВА,
кандидат исторических наук

Н. К. КУЛЬБОВСКАЯ,
кандидат химических наук

Л. В. КУМЕЛАН,
сотрудник АН СССР

Н. С. КУТЫРОВА,
сотрудник АМН СССР

С. И. ЛАРИН,
сотрудник АН СССР

Ю. П. ЛАПТЕВ,
доктор биологических наук

Г. И. ЛАТЫШЕВА,
кандидат экономических наук

Л. И. МЕЛЬНИКОВА,
кандидат медицинских наук

Г. К. МИХАЙЛОВ,
кандидат технических наук

В. Б. НЕБЕЛИЦКИЙ,
сотрудник АН СССР

С. А. НИКИТИН,
сотрудник АН СССР

А. П. ОГНЕВ,
сотрудник АН СССР

Т. И. ОЙЗЕРМАН,
член-корреспондент АН СССР

С. А. ОСТРОУМОВ,
кандидат биологических наук

Ф П. ПЕТРОВ,
кандидат исторических наук

Е К ПОНОМАРЬ,
кандидат медицинских наук

А. Г. РОДНИКОВ,
кандидат геолого-минералогических наук

В. Н. РОЗИНСКАЯ,
сотрудник АН СССР

С К. САМСОНОВ,
кандидат географических наук

В. В. СЛОБОДЯНИК,
кандидат экономических наук

В П. СКУЛАЧЕВ,
член-корреспондент АН СССР

И. Н СМИРНОВ,
кандидат философских наук

К. А. СМИРНОВ,
кандидат исторических наук

С Н. СМИРНОВ,
доктор философских наук

Л. Г. СУПЕРФИН,
кандидат экономических наук

А Е ТЕР-САРКИСЯНЦ,
кандидат исторических наук

Г. П ТИХОНОВА,
кандидат биологических наук

А ФЕРЗЕ (Ferse, ГДР),
доктор естественных наук

А. В. ФОКИН,
академик

Л. П. ФОМЕНКО,
сотрудник АН СССР

А. А ФРЕНКИН,
кандидат философских наук

Б А. ФРОЛОВ,
доктор исторических наук

Г. Н. ФУРСЕЙ,
доктор физико-математических наук

А. Г. ХАРЧЕВ,
доктор философских наук

П. И ЧУШКИН,
доктор физико-математических наук

В. Н. ШРЕДНИК,
кандидат физико-математических наук

КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Две экспедиции на «Салюте-6»

В предыдущем томе ежегодника рассказывалось о работе космонавтов Ю В. Романенко и Г. М Гречко на борту орбитальной научной станции «Салют-6» в конце 1977 — начале 1978 г, о создании (11 января) пилотируемого научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-26» — «Союз-27» с четырьмя космонавтами на борту (Ю В. Романенко, Г М. Гречко, В. А Джанибеков, О. Г Макаров), о стыковке грузового транспортного корабля «Прогресс-1» с научным комплексом «Салют-6» — «Союз-27» (22 января).

В конце января — начале февраля Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко продолжали разгрузку транспортного корабля «Прогресс-1», который доставил на станцию топливо для двигательной установки и различные грузы· оборудование, аппаратуру и материалы для обеспечения жизнедеятельности экипажа и проведения научных исследований и экспериментов.

Автоматический грузовой корабль типа «Прогресс» создан на базе пилотируемого космического корабля «Союз» При общей массе 7020 кг корабль «Прогресс» способен доставить на околоземную орбиту 2300 кг грузов, в том числе 1000 кг топлива и газов «Прогресс» состоит из трех основных отсеков грузового со стыковочным агрегатом, отсека компонентов дозаправки и приборно-агрегатного. Все грузы размещены в первых двух отсеках

Внутри герметичного грузового отсека на специальном каркасе устанавливаются так называемые сухогрузы. Для удобства все малогабаритные материалы уложены в контейнеры Контейнеры и крупногабаритное оборудование крепятся, как правило, с помощью быстрооткрываемых замков и специальных болтов.

На стыковочном агрегате «Прогресса» установлены дополнительные (по сравнению с аналогичным узлом «Союза») гидроразъемы; они обеспечивают герметичное соединение гидромагистралей системы дозаправки грузового корабля с гидромагистралями двигательной установки станции при дозаправке ее топливом.

Во втором отсеке установлены основная часть агрегатов системы дозаправки топливом, шар-баллоны со сжатым воздухом и азотом, датчики, сигнализаторы и другие элементы.

Помимо основной функции — доставки на орбитальную станцию топлива и различных грузов — корабль «Прогресс» может выполнить роль космического буксира и с помощью собственной двигательной установки перевести научно-исследовательский комплекс на новую орбиту.

Возвращение корабля типа «Прогресс» на Землю не предусмотрено, после завершения разгрузочно-погрузочных работ он отделяется от станции, затем входит в плотные слои атмосферы и прекращает существование.

В ходе полета орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Прогресс-1» экипаж провел очередной, 5-й цикл технических испытаний по программе эксперимента «Резонанс». В общей сложности за время работы первой экспедиции было проведено шесть циклов таких испытаний при различных построениях орбитального комплекса, включавшего «Салют-6», «Союз-26», «Союз-27» и «Прогресс-1»

С 3 по 10 марта 1978 г. Ю В. Романенко и Г. М. Гречко вели исследования на станции вместе с международным экипажем — космонавтами А. А. Губаревым (СССР) и В Ремеком (ЧССР)*.

4 марта 1978 г Ю В Романенко и Г. М Гречко превысили максимальное время пребывания в космосе в течение одного полета (третий экипаж американской орбитальной станции «Скайлэб» — астронавты Дж Карр, У Поуг и Э. Гибсон — находился в космическом полете 84 дня 1 час 16 минут).

Космонавты Ю В Романенко и Г. М. Гречко продолжили визуальные наблюдения и фотосъемки земной поверхности и атмосферы по программе изучения природных ресурсов Земли и окружающей среды Были выполнены фотосъемки отдельных районов Советского Союза и акватории Мирового океана, в частности, районов Байкало-Амурской магистрали, ледников и зон снежного покрова в республиках Средней Азии, проведены исследования физических процессов в верхней атмосфере Земли, в том числе таких интересных образований, как полярные сияния и серебристые облака. Особенно мощным было полярное сияние, которое космонавты наблюдали над Северной Америкой 15 февраля 1978 г.: по оценкам экипажа впервые за время его полета на «Салюте-6» верхняя граница полярного сияния достигала высоты 500 км

Космонавты выполнили два технологических эксперимента с целью получения материалов с новыми свойствами и отработки технологических процессов в невесомости. В первом эксперименте изучались диффузионные процессы в расплавленных металлах, исследуемыми материалами при этом были сплавы медь—индий, алюминий — магний и антимонид индия Во втором эксперименте были получены соединения пар веществ. алюминия и вольфрама, галлия и молибдена, а также полупроводниковый материал.

Экипаж провел подготовительные работы и начал первые исследования с помощью наиболее крупного прибора на станции «Салют-6» — субмиллиметрового телескопа БСТ-1М массой 650 кг с диаметром главного зеркала 1,5 м. Космонавты испытали криогенную систему замкнутого цикла, предназначенную для получения температуры жидкого гелия (—269°С) и охлаждения приемников излучения в телескопе. Температура жидкого гелия достигается за счет работы компрессора, двух газовых холодильных машин, промежуточных теплообменников и путем использования на решающей стадии эффекта охлаждения газа при его истечении через расширяющееся сопло

Ю. В. Романенко и Г М Гречко выполнили юстировку телескопа и его оптического визира относительно системы астроориентации станции путем наблюдения звезды Сириус и планеты Юпитер, а также испытали автономную систему управления телескопом В дальнейшем были проведены измерения субмиллиметрового излучения земной атмосферы. Они позволяют обнаруживать активные области повышенного влагосодержания и их перемещения Были начаты исследования в ультрафиолетовом диапазоне излучения ярких небесных источников при их заходе за горизонт Земли. Из таких наблюдений получают данные о содержании озона в верхних слоях земной атмосферы

Были продолжены также биологические исследования и эксперименты с дрозофилами, микроорганизмами и культурой ткани. По-прежнему много времени экипаж уделял физическим тренировкам и медицинским обследованиям.

16 марта 1978 г. после 96-суточной работы в космосе Ю. В. Романенко и Г. М. Гречко, полностью выполнив запланированную программу научно-технических исследований и экспериментов, в спускаемом аппарате космического корабля «Союз-27» совершили мягкую посадку в 165 км западнее Целинограда.

15 июня 1978 г в 23 часа 17 минут по московскому времени в Советском Союзе был осуществлен запуск космического корабля «Союз-29» с экипажем в составе командира корабля В. В. Коваленка и бортинженера А С Иванченкова.

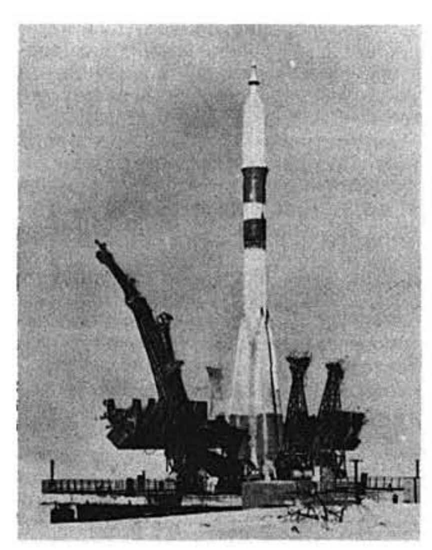
17 июня в 0 часов 58 минут была осуществлена стыковка корабля и станции «Салют-6» со стороны стыковочного узла, расположенного на переходном ее отсеке. После того, как В В Коваленок и А. С. Иванченков перешли на борт станции, на околоземной орбите стал функционировать

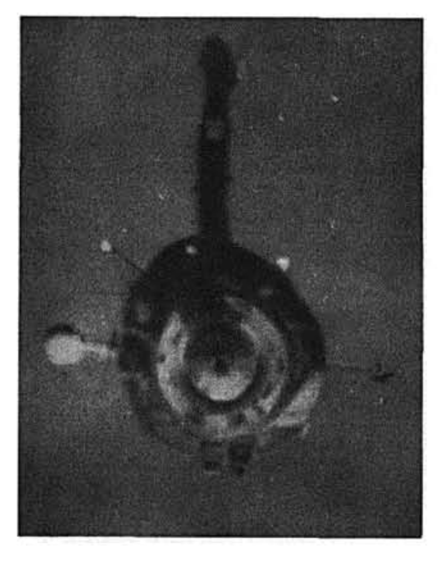
* См. статью В. Ремека, а также статью Ч. Барты, Л. Штоурача и А. Тржиски в этом томе ежегодника. — Ред.











Две экспедиции на «Салюте-6»

Учебно-тренировочный макет орбитальной станции «Салют» в зале тренажеров Центра подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина

Тренажер космического корабля «Союз» в Центре подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина

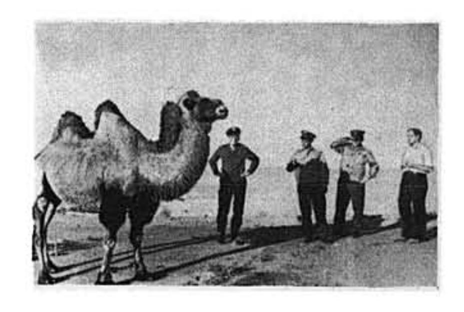
Г. Гречко, О. Макаров, В. Джанибеков, Ю. Романенко на борту космического комплекса «Салют-6» — «Союз-26» — «Союз-27»

Запуск автоматического грузового транспортного корабля «Прогресс-1»

Транспортный корабль «Прогресс-1» во время причаливания к орбитальному комплексу «Салют-6» — «Союз-27» (снимок получен по телекосмической связи)









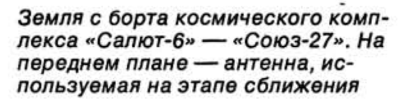


Ю. Романенко в момент переноса грузов из «Прогресса-1». Слайд сделан на борту комплекса «Салют-6» — «Союз-27» — «Прогресс-1» космонавтом Г. Гречко

Отработка подъема космонавтов с воды на вертолет во время подготовки международных экипажей к полетам на советских космических кораблях и орбитальных станциях

Летчик-космонавт СССР Н. Рукавишников, космонавт-исследователь В. Ремек, его дублер О. Пелчак (оба ЧССР) и космонавт-исследователь М. Гермашевский (ПНР) во время прогулки в окрестностях космодрома Байконур

Ю. Романенко во время физических упражнений на велоэргометре. Фото получено на борту космического комплекса «Салют-6» — «Союз-27».

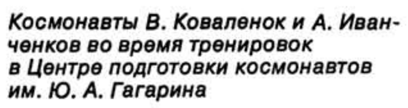


Земля с борта космического комплекса «Салют-6» — «Союз-27». На переднем плане — антенна, используемая на этапе сближения









Космонавты В. Коваленок и А. Иванченков во время тренировок в Центре подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина

На борт космического корабля «Союз-29» было загружено различное научное оборудование, в том числе прибор «Медуза» для измерения радиации в открытом космосе (слева) и контейнеры для выращивания лука (справа)

Космонавт А. Иванченков в открытом космосе (снимок получен по телекосмической связи с борта орбитального комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Прогресс-2»)

пилотируемый научно-исследовательский комплекс «Салют-6» — «Союз-29» Параметры его орбиты на 19 июня 1978 г. составляли· высота в перигее — 338 км, высота в апогее — 368 км, наклонение — 51,6°, период обращения — 91,4 мин

Программа работ второй экспедиции на борту пилотируемого научно-исследовательского комплекса предусматривала продолжение исследований и экспериментов, начатых космонавтами Ю В Романенко и Г М Гречко В нее входили исследования земной поверхности и атмосферы для сбора данных в интересах науки и народного хозяйства, астрофизические исследования и эксперименты, технологические эксперименты с целью изучения возможностей создания в космосе материалов с новыми свойствами, медико-биологические исследования, технические эксперименты и испытания конструкции комплекса, бортовых систем и аппаратуры

С 28 июня по 5 июля 1978 г на борту научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-30» работал международный экипаж в составе космонавтов В В Коваленка, А С. Иванченкова, П. И Климука (СССР) и М. Гермашевского (ПНР), а с 27 августа по 3 сентября 1978 г на борту научно-исследовательского комплекса «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31» — международный экипаж в составе космонавтов В В. Коваленка, А С Иванченкова, В. Ф Быковского (СССР) и З Йена (ГДР)*.

10 июля 1978 г экипаж приступил к операциям по разгрузке транспортного корабля «Прогресс-2», который был запущен 7 июля и осуществил стыковку с орбитальным комплексом 9 июля

* См. статьи М. Гермашевского и З. Йена в этом томе ежегодника. — Ред.

«Прогресс-2» доставил на орбитальный пилотируемый комплекс топливо для дозаправки двигательной установки, оборудование, аппаратуру и материалы для обеспечения жизнедеятельности экипажа и проведения исследований и экспериментов, в том числе установку «Кристалл» для проведения технологических экспериментов, а также почту

В дальнейшем космонавты разгрузили еще два грузовых корабля· с 10 по 21 августа 1978 г — «Прогресс-3», с 6 по 24 октября 1978 г — «Прогресс-4» С помощью двигательных установок этих кораблей были выполнены также коррекции орбиты научно-исследовательского комплекса.

С помощью универсальной электронагревательной установки «Сплав», которая была доставлена на борт «Салюта-6» грузовым кораблем «Прогресс-1» и находилась в шлюзовой камере, и установки «Кристалл», расположенной в переходном отсеке станции, экипаж выполнил цикл интересных технологических экспериментов

В одном из них, продолжавшемся три дня, была осуществлена плавка и последующее охлаждение до кристаллического состояния многокомпонентного материала, состоящего из теллуридов кадмия и ртути В период проведения этого эксперимента с целью ослабления влияния на его ход динамических возмущений орбитальный комплекс совершал полет в режиме гравитационной стабилизации. Очень перспективно практическое использование кристаллов этого материала особенно в инфракрасной технике

В другом технологическом эксперименте проводились плавление и кристаллизация нескольких видов оптических стекол.

На установке «Сплав» был выполнен также эксперимент с целью получения монокристалла твердого раствора олово—свинец—теллур из газовой фазы, тонких слоев сульфидов и селенидов кадмия и цинка и металлического сплава алюминия с висмутом

На установке «Кристалл» были проведены эксперименты по выращиванию монокристаллов арсенида галлия (из высокотемпературного раствора), германия (методом направленной кристаллизации) и антимонида индия, а также кристаллов селенида кадмия, теллурида свинца. На этой же установке были получены кристаллы из газовой фазы, при этом процесс формирования структуры кристалла протекал без контакта со стенками ампулы, а максимальная температура нагрева исходного вещества достигала 1100°С Наконец, на установке «Кристалл» были выполнены эксперименты «Морава» и «Сирена»* В общей сложности за время второй экспедиции было проведено 55 экспериментов по космическому материаловедению

29 июля 1978 г В В Коваленок и А С Иванченков осуществили выход в открытый космос для выполнения работ по демонтажу и частичной замене научной аппаратуры, установленной на внешней поверхности станции С помощью этой аппаратуры в течение 10 месяцев с момента выведения станции на орбиту проводились эксперименты по изучению микрометеорной обстановки и влияния космической среды на свойства различных материалов

Экипаж перенес в помещение станции один из приборов системы регистрации микрометеоритов, кассеты с полимерными, оптическими и другими конструкционными материалами, используемыми при создании космических аппаратов, а также блок кассет с биополимерами На наружной поверхности станции космонавты установили аппаратуру для регистрации космического излучения.

В процессе выхода в открытый космос были продолжены испытания скафандров полужесткого типа и их систем, отработка действий космонавтов в открытом космосе, а также были проверены конструктивные элементы, предназначенные для более удобного передвижения и фиксации на наружной поверхности станции Общее время пребывания космонавтов в условиях открытого космоса составило 2 часа 5 минут.

Экипаж выполнил ряд исследований с помощью субмиллиметрового телескопа БСТ-1М. Так, в период лунного затмения космонавты регистрировали свечение Луны в ультрафиолетовом диапазоне, наблюдали и фотографировали различные фазы затмения Проведенные измерения субмил-

* О них см. статьи В. Ремека, М. Гермашевского и Ч. Барты, Л. Штоурача, А. Тржиски в этом томе ежегодника. — Ред.

сто лет назад

АВСТРИЯ. Опять в Австрии вышло новое сочинение по воздухоплаванию Графа Буонакорси ди Пистоя. По мнению автора, секрет летания состоит в сочетании активной и пассивной силы. Он удивляется, как до сих пор человечество не отнеслось более серьезно к этому важному вопросу, и находит причину отчасти в воздушных шарах с готовою подъемною силой, которые до сих пор отвлекали от автодинамического летания, так как и на воде употребление пузырей часто мешает сделаться смелыми пловцами.

«Воздухоплаватель», № 11, 1880 г.

ПЕТЕРБУРГ. С.-Петербургского университета профессор Менделеев находился прошлое лето за границей со специальной целью собрать материалы для «Истории воздухоплавания». Выручка, которая получится от распродажи этого сочинения, предназначена для устройства шара обширных размеров, на котором будут производиться метеорологические наблюдения.

«Воздухоплаватель», № 1, 1880 г.

лиметрового излучения атмосферы Земли дают возможность уточнить методы прогнозирования физических процессов в земной атмосфере, а также получить данные об активных локальных областях в тропосфере Земли С помощью этого телескопа были выполнены также наблюдения ультрафиолетового излучения ряда звезд для определения их относительной яркости и ультрафиолетового излучения звезды β Центавра во время ее заходов за горизонт Земли (последний эксперимент дает сведения об озонном слое земной атмосферы)

Много времени космонавты уделяли визуальным наблюдениям и фотографированию атмосферы и поверхности Земли, Мирового океана с целью изучения окружающей среды и природных ресурсов. В частности, они выполнили фотосъемки отдельных районов Дальнего Востока, Забайкалья, Сибири, республик Средней Азии, Казахстана, европейской части территории СССР Экипаж регулярно вел наблюдения и оперативно передавал информацию о метеорологической обстановке в различных районах планеты Во время полета орбитального комплекса над Памиром космонавты по заявкам гляциологов провели наблюдения снежного покрова и ледников

Большое место в программе работ второй экспедиции занимали медико-биологические исследования и эксперименты Систематически проводилось комплексное обследование космонавтов при дозированных физических нагрузках на велоэргометре для определения и прогнозирования состояния и работоспособности сердечно-сосудистой системы Проводились также исследования тонуса сосудов и отдельных групп мышц, нагрузка на которые в условиях полета незначительна, измерения температуры тела и динамометрических параметров Комплексные обследования космонавтов проводились в специальные медицинские дни Регистрация показателей при этом осуществлялась аппаратурой «Полином-2М», «Реограф», «Бета»

А С Иванченков выполнил динамическое обследование биоэлектрической активности сердца, при этом электрокардиограмма регистрировалась непрерывно в течение суток с помощью портативного кардиомонитора

Космонавты постоянно занимались физическими упражнениями на комплексном тренажере и велоэргометре, проводили регулярные тренировки с использованием вакуумного костюма «Чибис» Время и интенсивность этих тренировок особенно увеличились на заключительном этапе полета, что очень важно для благоприятного протекания процессов реадаптации к земным условиям

По биологической программе было продолжено изучение развития различных растений при длительном воздействии на них факторов космического полета В частности, рост одного из них — арабидопсиса — проходил в специальной камере «Фитон», а космонавты контролировали его состояние, создавали оптимальные условия для его развития

В числе технических экспериментов космонавты провели отработку системы ориентации «Каскад», очередной цикл технических испытаний по программе «Резонанс»

Для обеспечения возможности проведения транспортных операций по снабжению пилотируемого орбитального комплекса топливом и необходимыми материалами 7 сентября 1978 г орбитальный комплекс был перестроен путем перестыковки корабля «Союз-31» Как известно, корабль «Союз-31», доставивший на борт орбитального комплекса космонавтов В Ф Быковского и З Йена, был пристыкован к стыковочному узлу, расположенному на агрегатном отсеке станции

Перестроение комплекса происходило следующим образом Космонавты проверили бортовые системы, затем перешли в корабль «Союз-31» и закрыли переходной люк В 13 часов 53 минуты корабль и орбитальная станция расстыковались После включения на станции и корабле систем взаимного поиска и сближения станция «Салют-6» совершила разворот Затем были осуществлены причаливание и стыковка корабля «Союз-31» к стыковочному узлу, расположенному на переходном отсеке станции Проверив герметичность стыковочного узла, космонавты открыли люк, перешли в помещение станции и продолжили выполнение запланированной программы полета

В заключительные дни полета на орбитальном комплексе космонавты выполнили работы по переноске и укладке в спускаемый аппарат корабля «Союз-31» кассет с пленкой, полетной документации и других материалов проведенных исследований и экспериментов, а также операции по консервации бортовых систем и аппаратуры станции «Салют-6» и по подготовке ее к полету в автоматическом режиме

2 ноября 1978 г в 14 часов 5 минут по московскому времени пилотируемый полет, продолжавшийся 140 суток, завершился — космонавты В В Коваленок и А С. Иванченков благополучно возвратились на Землю в спускаемом аппарате корабля «Союз-31», который совершил посадку в 180 км юго-восточнее Джезказгана

Станция «Салют» продолжала полет в автоматическом режиме

Создание научно-исследовательского комплекса, включающего орбитальную станцию «Салют-6» с двумя стыковочными узлами, пилотируемые космические корабли «Союз» и автоматические грузовые корабли «Прогресс», успешное осуществление длительных пилотируемых полетов, работа международных экипажей на борту этого комплекса — выдающиеся достижения космической науки и техники, открывающие широкие перспективы в дальнейшем освоении космоса на благо всего человечества.

Три японских спутника прикладного и научного назначения

В феврале—апреле 1978 г. были осуществлены запуски трех японских спутников научного и прикладного назначения

4 февраля с полигона Утиноура (Космический центр Кагошима) был запущен спутник «*EXOS*-1», предназначенный для исследований полярных сияний, сопутствующих им явлений, а также для измерений ряда ионосферных и магнитосферных параметров Японская трехступенчатая ракета-носитель вывела спутник (его масса — 130 кг) на орбиту с параметрами: 642×3977 км, наклонение — 65,4°, период обращения — 134 мин. После выхода на орбиту спутник получил национальное имя «Кекко» («Полярное сияние).

На спутнике установлена телевизионная камера для получения каждые 128 с мгновенного изображения картины полярного сияния, атмосферный ультрафиолетовый радиометр, масс-спектрометр и другие приборы.

16 февраля с полигона Утиноура был запущен спутник «*ISS*-2», предназначенный для исследований ионосферы и получивший после выхода на орбиту национальное имя «Умэ-2» Японская ракета-носитель вывела спутник на орбиту с параметрами. 972×1225 км, наклонение — 69,4°, период обращения — 107 мин.

Запуск этих двух спутников — вклад Японии в программу «Международные исследования магнитосферы»

7 апреля с помощью американской ракеты-носителя с космодрома на м Канаверал (США) был запущен японский экспериментальный спутник связи «*BSE*» С промежуточной геоцентрической орбиты (167×35 844 км, наклонение — 27,3°, период обращения — 631,5 мин), после выхода на которую спутник получил национальное имя «Юри» («Лилия»), 8 апреля с помощью бортового двигателя он был переведен на орбиту, близкую к стационарной В конце апреля 1978 г он достиг расчетного положения на стационарной орбите над о. Борнео

Спутник предназначен для экспериментальной отработки методов непосредственного вещания высококачественных цветных телевизионных программ на обычные бытовые приемники, снабженные относительно недорогостоящими дополнительными антеннами размерами 1,0—1,6 м

Зона радиовидимости спутника охватывает все острова, на которых

расположена Япония И хотя существующая система телевизионного вещания этой страны охватывает 97% ее территории, она считается неэкономичной для удаленных островов и горных местностей. Кроме того, в больших городах страны качество телевизионного приема часто ухудшено из-за экранирующего действия высотных зданий Поэтому в Японии признано целесообразным создать новую спутниковую систему телевизионного вещания, экспериментальная отработка которой будет осуществлена при помощи этого спутника

«Пионер — Венера-1» и «Пионер—Венера-2»

20 мая и 8 августа 1978 г с космодрома на м Канаверал были запущены к Венере космические аппараты «Пионер — Венера-1» и «Пионер— Венера-2».

Космический аппарат «Пионер—Венера-1» (стартовая масса — 549 кг) предназначался для исследования Венеры и околопланетного пространства с орбиты вокруг планеты Согласно программе полета он должен был вести исследования на сильно вытянутой эллиптической орбите вокруг планеты в течение 8 земных месяцев, что примерно равно одним венерианским суткам (243 земных суток) 12 научных приборов аппарата предназначены для детального изучения структуры верхней атмосферы и ионосферы Венеры путем непосредственных измерений, для исследования взаимодействия солнечного ветра с ионосферой планеты и магнитным полем в окрестностях Венеры и гравитационного поля Венеры по возмущениям орбиты космического аппарата, для определения характеристик атмосферы и поверхности Венеры в планетарном масштабе путем дистанционного зондирования, для обнаружения гамма-всплесков

4 декабря 1978 г космический аппарат «Пионер—Венера-1» перешел на орбиту вокруг Венеры, которая затем была скорректирована до номинальной (150×66 600 км) 6 декабря на Землю был передан первый снимок облачного покрова планеты, сделанный с помощью фотополяриметра

Космический аппарат «Пионер—Венера-2» (стартовая масса — 898 кг) предназначался для доставки на Венеру одного большого (масса —316 кг) и трех малых (масса каждого — 93 кг) зондов и проведения с их помощью исследований состава облаков, состава и строения атмосферы планеты от больших высот до поверхности, общей структуры атмосферы

На расстоянии примерно 13 млн км от Венеры от блока-носителя отделились все четыре зонда (15 ноября — большой, а 20 ноября 1978 г. — три малых), и далее они совершили самостоятельный полет к Венере 9 декабря они вошли в атмосферу Венеры над полушарием, обращенным к Земле два зонда (и блок-носитель) — на дневной стороне, два других зонда — на ночной стороне Большой зонд снижался в плотных слоях атмосферы на парашюте. Снижение зондов в атмосфере продолжалось около часа. Согласно сообщениям зонды и после падения на поверхность продолжали передавать информацию Поскольку блок-носитель в отличие от зондов не имел теплозащитного экрана, он сгорел через 2 мин в атмосфере, проведя измерения только в верхних ее слоях (как и предусматривалось программой)

Обработка результатов измерений, проведенных научными приборами двух космических аппаратов, продолжается

«Венера-11» и «Венера-12»

9 и 14 сентября 1978 г в Советском Союзе были осуществлены запуски межпланетных автоматических станций «Венера-11» и «Венера-12»

Основная цель запусков — продолжение научных исследований планеты Венера Программа включала также регистрацию характеристик солнечного ветра, космических лучей, ультрафиолетового, рентгеновского и гамма-излучений во время полета по межпланетным траекториям

Помимо советской научной аппаратуры, на станциях были установлены приборы, созданные специалистами СССР и Франции в соответствии с советско-французской программой сотрудничества в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях. Приборы «Снег-2МЗ» предназначались для регистрации гамма-всплесков, спектрометры — для регистрации излучений в дальней ультрафиолетовой области С помощью советско-французской аппаратуры на траекториях перелета к Венере были выполнены измерения всплесков гамма-излучения солнечного и галактического происхождения, а также регистрация ультрафиолетового излучения

Советско-французская программа регистрации и изучения гамма-всплесков была начата на советской автоматической станции «Прогноз-6» и запущенном в Советском Союзе французском спутнике «Снег-3» и продолжена с помощью аппаратуры, установленной на автоматической станции «Прогноз-7» и межпланетных автоматических станциях «Венера-11» и «Венера-12» Измерения, проводившиеся в 1978 г. одновременно тремя далеко отстоящими друг от друга космическими аппаратами, позволили с высокой точностью определить положение на небе источников гамма-всплесков, в частности, удалось выделить ряд всплесков, одновременно наблюдавшихся на двух станциях «Венера», что с достаточной степенью достоверности подтверждает их галактическое происхождение

Советско-французские спектрометры измеряли яркость неба в ультрафиолетовой области спектра и регистрировали слабые рентгеновские вспышки на Солнце

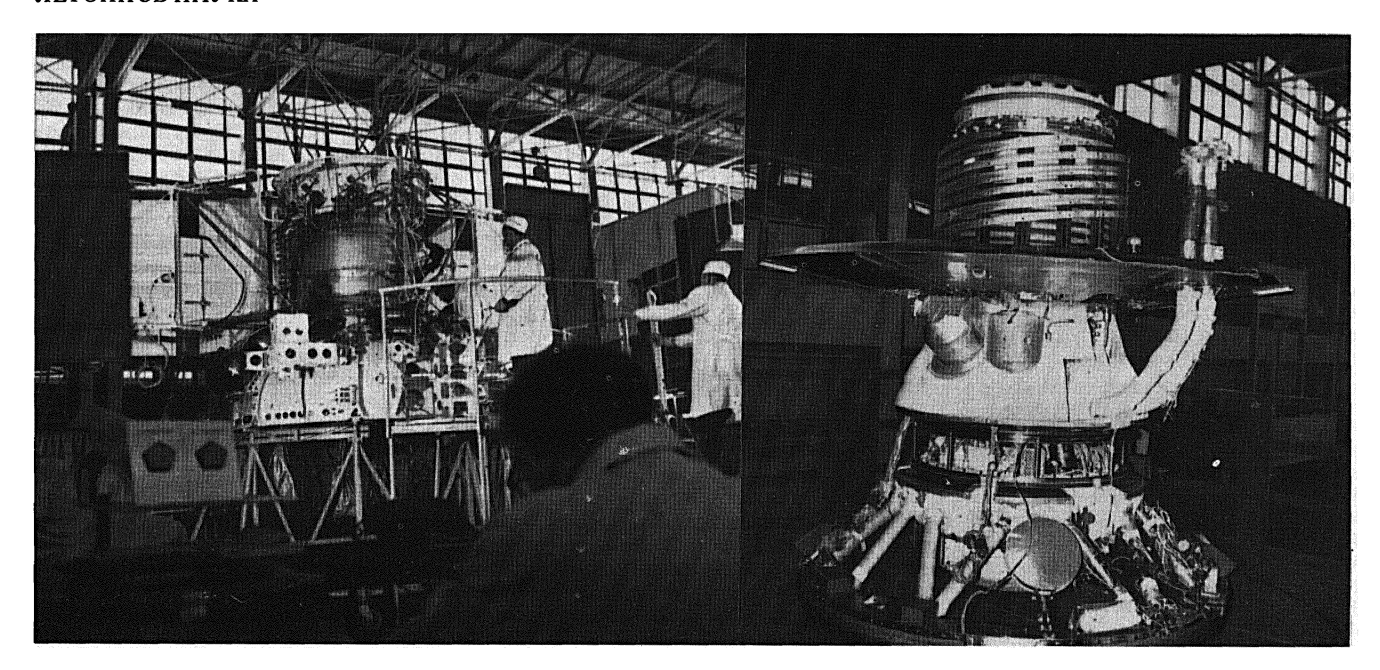
В ходе полета к Венере проводились также комплексные исследования межпланетной плазмы, в частности, раздельные измерения протонной и альфа-компонент солнечного ветра на различных расстояниях от Солнца, что имеет важное значение для понимания процессов, происходящих в солнечной короне, и изучения механизма ускорения солнечного ветра.

19 декабря от межпланетной станции «Венера-12» отделился спускаемый аппарат, а станция была переведена на пролетную траекторию, проходившую вблизи планеты

21 декабря 1978 г спускаемый аппарат «Венеры-12» вошел в атмосферу планеты со скоростью 11,2 км/с, после аэродинамического торможения в атмосфере и снижения на парашюте до высоты 40 км аппарат продолжал спуск с использованием тормозного устройства В 6 часов 30 минут по московскому времени спускаемый аппарат «Венеры-12» совершил мягкую посадку на поверхность планеты и в течение 110 минут передавал научную информацию с поверхности Станция «Венера-12», преодолев за 98 суток полета расстояние более 240 млн. км, прошла на расстоянии 35 тыс км от планеты и продолжила полет в космическом пространстве

Полет межпланетной станции «Венера-11» в окрестностях планеты проходил по аналогичной схеме. Спускаемый аппарат 23 декабря 1978 г отделился от станции, а 25 декабря в 6 часов 24 минуты по московскому времени совершил мягкую посадку на поверхность Венеры на расстоянии около 800 км от места посадки спускаемого аппарата станции «Венера-12» В течение 95 минут на поверхности проводились исследования и эксперименты при температуре окружающей среды 446°С и давлении 88 атм Информация со спускаемого аппарата принималась станцией «Венера-11», пролетавшей вблизи планеты, и ретранслировалась на Землю После ухода из зоны радиовидимости и завершения приема информации со спускаемого аппарата «Венера-11» продолжила полет по гелиоцентрической орбите

В процессе полета спускаемых аппаратов в атмосфере Венеры проводились эксперименты по тонкому химическому анализу состава атмосферы и облаков, спектральному анализу рассеянного в атмосфере солнечного излучения, исследованию электрических разрядов в атмосфере. Эти





Автоматическая межпланетная станция «Венера» в монтажно-испытательном корпусе

Спускаемый аппарат межпланетной станции «Венера»

Вымпел с барельефом В. И. Ленина и государственный знак с изображением Герба СССР, установленные на борту спускаемого аппарата станции «Венера-11»

исследования имеют важное значение для понимания эволюции Венеры При этом были поставлены три основные научные задачи

Первая — определить в атмосфере Венеры основное содержание и изотопный состав инертных газов. Существует гипотеза, согласно которой планета Меркурий некогда была естественным спутником Венеры Если эта гипотеза подтвердится, то геологическая история Венеры и Меркурия получит совершенно новое освещение

Их взаимодействие должно было вызывать сильные приливные силы, сопровождаться выделением огромной энергии, разогревом и ускоренной дифференциацией и дегазацией первичного вещества Венеры Было ли подобное различие в термической истории Земли и Венеры, можно проверить, если знать отношение в венерианской атмосфере изотопов аргона-36 и аргона-40, которое в этом случае должно быть существенно выше, чем в земной атмосфере. По данным, полученным от станций «Венера-11 и -12», отношение указанных изотопов аргона в атмосфере Венеры действительно оказалось значительно выше, чем на Земле

Вторая задача — определить состав аэрозолей основного облачного слоя. Полученные данные оказались во многом неожиданными Дело в том, что приборы станций зафиксировали не серу, как предполагалось, а хлор Это не исключает присутствия в облачном слое и соединений серы, но чтобы подтвердить ее присутствие в какой-либо форме, необходимо провести дополнительные эксперименты

Третья задача — установить содержание в атмосфере Венеры паров воды и малых газовых составляющих, а также определить соотношение в ней угарного и углекислого газов Эти данные необходимы для проведения надежных термодинамических расчетов моделей атмосферы Венеры, а также расчетов взаимодействия атмосферы с корой планеты, оценить содержание в коре других, кроме углекислоты, компонентов

Подробнее о результатах исследования планеты Венера в 1978 г будет рассказано в следующем томе ежегодника

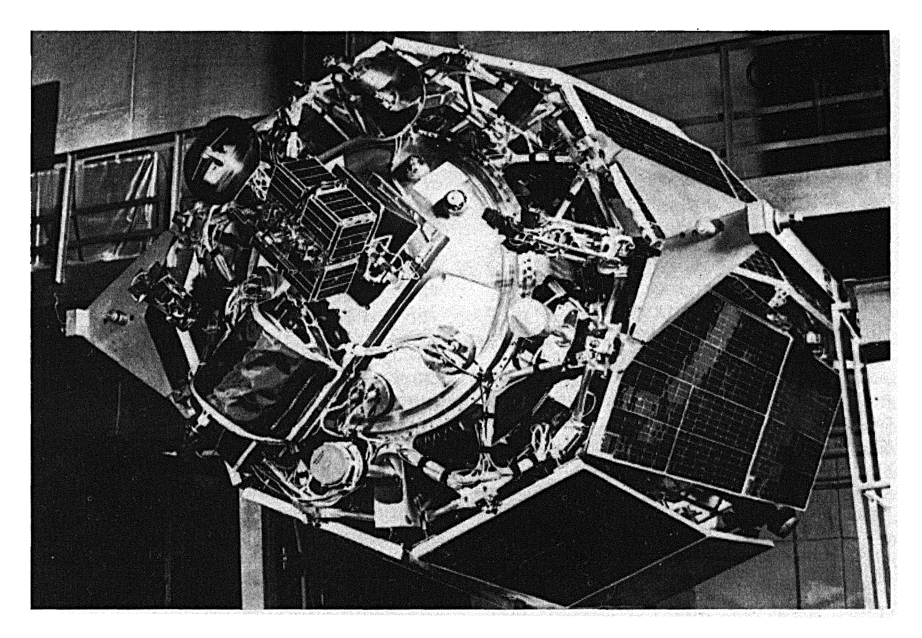
Международное сотрудничество

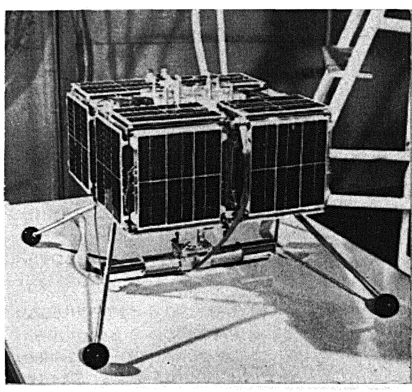
В 1978 г успешно развивалось сотрудничество Советского Союза в области исследования и использования космического пространства в мирных целях с социалистическими странами в рамках программы «Интеркосмос», а также с Индией, Францией и Швецией на двухсторонней основе

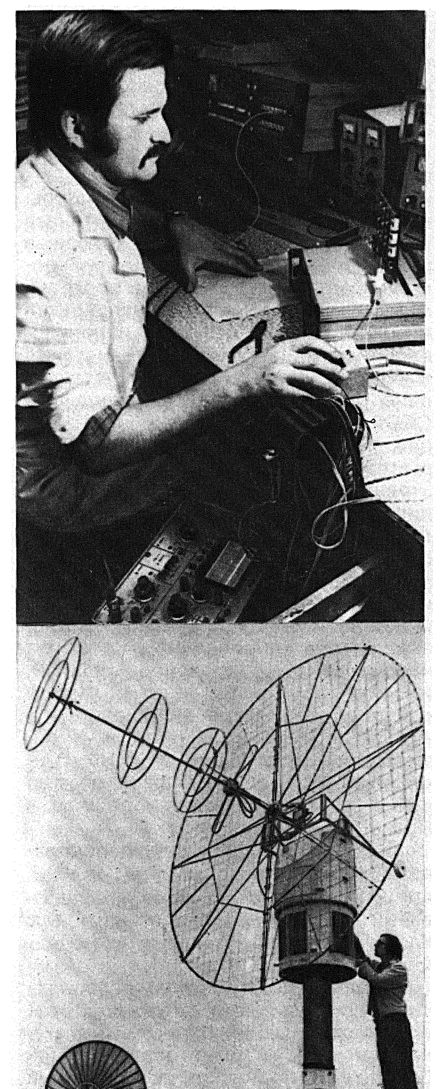
Важнейшим событием при реализации программы «Интеркосмос» в этом году стали полеты международных экипажей, включавших космонавтов — граждан ЧССР, ПНР и ГДР. Об этих полетах рассказывается в статьях В. Ремека, М Гермашевского и З Йена, помещенных в этом же томе ежегодника

24 октября 1978 г. в Советском Союзе был осуществлен запуск спутника «Интеркосмос-18». Ракета-носитель вывела спутник на орбиту с высотой в перигее — 407 км, высотой в апогее — 768 км, наклонением — 83° и периодом обращения — 96,4 мин

На борту спутника установлена научная и служебная аппаратура, созданная учеными и специалистами ВНР, ГДР, ПНР, СРР, СССР и ЧССР и предназначенная для проведения комплексных исследований взаимодействия магнитосферы и ионосферы Земли, а также особенностей распространения низкочастотных радиоволн в ионосферно-магнитосферной плаз-



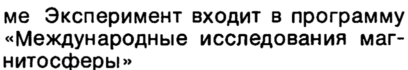




Искусственный спутник Земли «Интеркосмос-18»

Чехословацкий малый спутник «Магион» перед установкой его на спутник «Интеркосмос-18».

Чехословацкие специалисты готовят аппаратуру для установки на спутник и для приема от него сигналов



ме Эксперимент входит в программу «Международные исследования магнитосферы»

Научная аппаратура «Интеркосмоса-18» предназначена для проведения исследований магнитных полей токов, текущих из магнитосферы в ионосферу вдоль геомагнитных силовых линий, для изучения магнитных полей полярных электроструй, для исследования изменений электронной концентрации и температуры полярных областей ионосферы под действием потоков высыпающихся частиц, для измерения характеристик электромагнитных волн естественного происхождения и искусственных низкочастотных сигналов от наземных радиостанций

На спутнике установлена также единая телеметрическая система ЕТМС, предназначенная для передачи научной информации непосредственно на наземные приемные станции стран — участниц эксперимента

14 ноября 1978 г. от спутника «Интеркосмос-18» было осуществлено отделение чехословацкого малого научного спутника «Магион» массой около 15 кг Цель совместного автономного полета двух спутников — изучение пространственно-временной структуры низкочастотных электромагнитных полей в ионосферно-магнитосферной плазме методом синхронного измерения одних и тех же параметров в двух точках пространства аппаратами, движущимися по одной и той же орбите и постепенно расходящимися.

После отделения «Магион» и «Интеркосмос-18» начали медленно расходиться, и на расстояниях от нуля до примерно 1000 км проводились измерения идентичной, но независимо работавшей аппаратурой Благодаря такой постановке эксперимента впервые появилась возможность отделить пространственные изменения измеряемых параметров от временны́х

За исключением систем электропитания и терморегулирования, созданных советскими специалистами, спутник «Магион» целиком разработан чехословацкими специалистами из Геофизического института АН ЧССР и Института техники связи им. А. Попова объединения «Тесла».

30 октября 1978 г. в Советском Союзе был произведен запуск автоматической станции «Прогноз-7», предназначенной для изучения солнечной активности и ее влияния на межпланетную среду и околоземное космическое пространство. Станция была выведена на сильно вытянутую эллиптическую орбиту с высотой в апогее — 202 965 км, высотой в перигее — 483 км, наклонением — 65° и начальным периодом обращения — 98 ч 8 мин

С помощью научной аппаратуры «Прогноза-7» регистрировались корпускулярное и электромагнитное излучение Солнца, потоки солнечной плазмы, измерялись магнитные поля в околоземном пространстве. Основная цель этих исследований — раскрытие механизма солнечно-земных свя-

зей — механизма воздействия повышенной солнечной активности и сопутствующих явлений на состояние околоземной среды Кроме того, на станции «Прогноз-7» установлены приборы для регистрации галактических ультрафиолетовых, рентгеновских и гамма-излучений.

Большая часть научной аппаратуры на «Прогнозе-7» была разработана и изготовлена в Советском Союзе в рамках национальной программы космических исследований По программам международного сотрудничества в области исследования и использования космического пространства в мирных целях на станции установлены также приборы, созданные в СССР, ВНР, ЧССР, Франции и Швеции К последней категории аппаратуры относятся

рентгеновский фотометр для изучения рентгеновского излучения Солнца в периоды вспышек (Астрономический институт АН ЧССР),

комплект приборов «ПЛАЗМАГ» для исследования распределения потоков ионов в составе солнечного ветра по энергиям и направлениям (Институт космических исследований АН СССР, Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн АН СССР, Центральный институт физических исследований АН ВНР, Геофизический институт Словацкой академии наук и Карлов университет в Праге),

прибор «Снег-2МП» для исследования рентгеновского и гамма-излучений (Институт космических исследований АН СССР и Центр по изучению космических лучей в Тулузе, Франция);

прибор «ЖЕМО-С2» для исследования корпускулярного излучения Солнца и частиц высоких энергий в верхней атмосфере и магнитосфере Земли (Институт космических исследований АН СССР и Центр ядерных исследований в Саклэ, Франция),

прибор «Галактика» для регистрации ультрафиолетового излучения (Крымская астрофизическая обсерватория АН СССР и Лаборатория космической астрономии в Марселе, Франция),

масс-анализатор для изучения частиц высоких энергий в плазме магнитосферы Земли (Институт космических исследований АН СССР и Геофизический институт в Кируне, Швеция)

ФИЗИКА

Золотая медаль имени М. В. Ломоносова

Высшая награда Академии наук СССР в области естественных наук — Золотая медаль имени М В Ломоносова — за 1978 год присуждена академику А П Александрову за выдающиеся достижения в атомной науке и технике

Академик А П Александров широко известен как выдающийся советский ученый-физик, один из ведущих организаторов и руководителей исследований и разработок в области атомной науки и техники, крупнейший организатор советской науки, видный общественный и государственный деятель

Научные исследования А П Александрова относятся к ряду областей современной науки и техники физике твердого тела, физике полимеров, ядерной физике и ядерной энергетике.

В начальный период своей научной деятельности А П Александровым были выполнены исследования электрического пробоя диэлектриков и хрупкого разрушения твердых тел при механических воздействиях, плодотворные идеи, выдвинутые в этих исследованиях, сохранили значение для современной физической теории долговечности материалов.

В середине 30-х годов, когда в технике стали использовать синтетические полимеры, А П Александров, предвидя большое будущее этих материалов, обратился к изучению их механических и электрических свойств Важные результаты, полученные А П Александровым вместе со своими сотрудниками (в части работ в сотрудничестве с П П Кобеко) в исследованиях механических и электрических релаксационных явлений в полимерах, послужили основой для формирования ряда направлений современной физики полимеров

Результаты всех этих исследований имеют не только чисто научное, но и большое практическое значение Как для этих, так и для всех последующих работ А П Александрова характерно стремление извлечь максимальные практические результаты из фундаментальных исследований

В годы Великой Отечественной войны А П Александров возглавил работы по защите кораблей от магнитных мин. Применение защиты, разработанной в его лаборатории еще в предвоенные годы, спасло много тысяч жизней советских моряков.

В середине 40-х годов А П Александров включается в работу по решению крупнейшей научно-технической проблемы — проблемы овладения энергией атомного ядра. Он и возглавляемые им коллективы в короткие сроки выполнили сложные и трудоемкие физические исследования и разработки, которые были необходимы для решения атомной проблемы Последующая научная деятельность А П Александрова связана прежде всего с развитием ядерного реакторостроения, с применением ядерной энергии в различных сферах народного хозяйства Под его научным руководством созданы различные энергетические и исследовательские ядерные реакторы, сооружены мощные атомные электростанции Успешное развитие большой ядерной энергетики в нашей стране многим обязано А. П. Александрову. Под его руководством и при непосредственном участии были созданы судовые ядерные энергетические установки, построены мощные атомные ледоколы

Работы А П Александрова по решению научных и технических проблем ядерной энергетики имеют важное научное и практическое значение Результаты в этой области, достигнутые под его научным руководством, позволили нашей стране занять лидирующее положение по многим разделам атомной науки, техники и промышленности Вклад ученого в развитие ряда направлений науки и техники получил широкое признание в нашей стране и среди международной научной общественности

Академик А П Александров ведет большую научно-организационную работу С 1960 г он возглавляет Институт атомной энергии им И В Курчатова. Большой вклад в общий прогресс советской науки, в совершенствование ее организации, в развитие новых перспективных направлений вносит А. П. Александров на посту президента Академии наук СССР

Плодотворная научная и научно-организационная, общественная и государственная деятельность академика А П Александрова заслуженно получила высокую оценку он — трижды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственных премий СССР

Нобелевская премия по физике

Нобелевская премия 1978 года по физике присуждена крупнейшему физику-экспериментатору академику П. Л Капице за фундаментальные изобретения и открытия в области физики низких температур

Характерная черта научной деятельности П Л Капицы как физика-экспериментатора — тесная связь исследовательской работы с изобретательской Работу над каждой новой научной проблемой он обычно начинает с разработки оригинальных экспериментальных установок, поскольку такая аппаратура позволяет наблюдать исследуемое явление в наиболее благоприятных условиях Многие из них — поистине фундаментальные изобретения — прочно вошли в практику научного эксперимента, в технику, производство. Эта черта нашла отражение в формулировке Нобелевского комитета

Начальный этап научной деятельности П Л Капицы связан с исследованием явлений в сильных магнитных полях В 20-х — начале 30-х годов он работал в Кембриджском университете (Англия) в лаборатории Э Резерфорда, которая в те годы была одним

из основных центров по изучению атомного ядра Для исследования процессов радиоактивного распада и превращения ядер требовались сильные магнитные поля П Л Капица выдвинул идею проводить исследования в импульсных магнитных полях, разработал оригинальные методы и установки для получения таких полей На своей установке П Л Капица получил рекордные по тому времени магнитные поля — до 320 тыс Э в течение 0,01 с. В физических исследованиях с такими магнитными полями он открыл у ряда металлов линейное возрастание электрического сопротивления с ростом напряженности магнитного поля. Изучая свойства металлов в сильных магнитных полях, П Л. Капица пришел к необходимости проведения исследований в условиях возможно более низких (гелиевых) температур

Именно с физикой и техникой низких температур связаны наиболее яркие достижения ученого. Этот важнейший этап своей научной деятельности П Л. Капица начал с создания более эффективных методов получения низких температур — ожижения гелия Использовавшиеся тогда ожижители гелия, действовавшие на основе эффекта Джоуля — Томсона, требовали предварительного охлаждения газообразного гелия жидким водородом до температуры ниже так называемой температуры инверсии. В созданной П Л Капицей оригинальной установке не требуется предварительное охлаждение гелия. газообразный гелий охлаждается, адиабатически расширяясь в специальном детандере (цилиндре с поршнем) Теперь в разных странах создаются практически только такие гелиевые ожижители

Еще одним важным изобретением П. Л Капицы в области криогенной техники явилось создание высокоэффективных крупных установок для ожижения воздуха с целью промышленного получения кислорода В этой установке применен предложенный им новый метод ожижения воздуха с использованием только цикла низкого давления и специального турбодетандера (вместо поршневого механизма ученый применил турбину) Разработанный П Л. Капицей турбодетандер, обладающий высоким КПД (80—85%), предопределил последующее развитие крупных установок для ожижения воздуха с целью получения кислорода. Мощные установки такого типа были созданы в нашей стране, а затем и в других промышленно развитых странах мира

Экспериментальные научные исследования П. Л Капицы в области физики низких температур ознаменовались фундаментальным открытием. В процессе изучения свойств жидкого гелия в 1937 г. им было открыто явление сверхтекучести Ранее было известно уникальное свойство гелия, который переходит в жидкое состояние при температуре 4,2 К, оставаться жидким при более низких температурах вплоть до абсолютного нуля Было также известно, что при температуре 2,19 К скачкообразно меняется теплоемкость жидкого гелия (точнее, изотопа гелия с атомным весом 4) В чрезвычайно изящных экспериментах, наблюдая протекание жидкого гелия через капилляры и узкие щели (шириной до полумикрона), П Л Капица показал, что у этой жидкости при температурах ниже 2,19 К полностью отсутствует вязкость. В работах 1937—1941 гг были обнаружены и изучены другие аномальные явления в жидком гелии, в частности распространение тепла в нем Было показано, что в интервале температур от 4,2 до 2,19 К гелий ведет себя как обычная жидкость, а при температуре ниже 2,19 К в его поведении проявляются аномалии. П. Л Капица приходит к выводу о сосуществовании в таком гелии двух жидкостей — нормальной и аномальной (сверхтекучей), которые могут двигаться как бы сквозь друг друга

Эти и другие совершенно необычные свойства жидкого гелия оказалось возможным объяснить только в рамках квантовотеоретических представлений. Экспериментальные работы П Л. Капицы стали основой развития нового направления в физике — физики квантовых жидкостей В 1941 г. академик Л Д Ландау разработал феноменологическую теорию жидкого гелия, объяснившую явление сверхтекучести и другие свойства жидкого гелия. В 1946 г академик Н Н Боголюбов создал микроскопическую теорию сверхтекучести, в которой получил обоснование постулированный в теории Ландау энергетический спектр элементарных возбуждений. Теория сверхтекучести — макроскопического квантового явления — содействовала теоретическому объяснению другого явления аналогичной природы — сверхпроводимости, открытого еще в 1911 г. голландским физиком Камерлинг-Оннесом Открытие и теоретическое объяснение явления сверхтекучести оказали влияние и на развитие других областей физики, в частности физики атомного ядра и физики твердого тела

С конца 40-х годов П. Л Капица работает над актуальными проблемами электроники и физики плазмы Им разработана теория движения электронов в СВЧ-генераторах магнетронного типа и созданы мощные генераторы электромагнитных волн, работающие в непрерывном режиме Создание таких генераторов открыло новое направление в электронике, позволило П Л Капице выдвинуть идею о передаче электроэнергии на расстояние с помощью электромагнитных волн

Изучая свечение различных газов под действием СВЧ-колебаний, создаваемых мощным генератором, П Л Капица обнаружил возникновение шнурового разряда Исследование разряда показало, что температура электронов плазмы в этом шнуре достигает миллиона градусов Эти работы П Л Капицы наметили новый подход к решению проблемы управляемого термоядерного синтеза

Академик П Л Капица — крупный организатор науки. Он — основатель и директор Института физических проблем им. С. И. Вавилова АН СССР, член Президиума АН СССР, редактор ведущего советского физического журнала («Журнал экспериментальной теоретической физики») Наряду с большой научной и научно-организационной деятельностью он

сто лет назад

ПЕТЕРБУРГ. Инженер-полковник Фон-Шелига (изобретатель термоэлектрического железнодорожного сигнального и контрольного приспособления) в С.-Петербурге изобрел способ передвижения по воздуху вдоль пролагаемого им кабеля между городами и посредством двух динамоэлектрических машин, из коих одна находится на земле, в одной из станций, а другая помещается в лодке аэростата, соединенного с кабелем особым канатом.

«Воздухоплаватель», № 11, 1880 г.

США. Новое чудо науки, или фотофон Белла, передающий человеческую речь при посредстве лучей света. Опыты с этим новым изобретением человеческой гениальности производились и ранее, но лишь теперь мы имеем возможность описать их. Фотофон основан на замечательном свойстве селена. Это свойство (которого, кажется, не чужды и многие другие тела) состоит в том, что селен лучше проводит электрический ток при свете, чем в темноте. Грагам Белл воспользовался этим свойством селена для передачи на значительные расстояния человеческой речи без всяких проволок и проводников, кроме лучей света.

«Мысль», № 10, 1880 г.

всегда уделяет много внимания проблемам подготовки и отбора научных кадров. П Л Капица — известный общественный деятель, он активно участвует в Пагуошском движении ученых за мир и разоружение

Многогранная деятельность выдающегося ученого и организатора науки, воспитателя научной смены и крупного общественного деятеля получила заслуженное признание. он — дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Государственных премий СССР

Нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения

Более двух десятилетий квантовая электроника оказывает глубокое, революционизирующее влияние на развитие науки и техники. Создание мощных источников когерентного оптического излучения — лазеров открыло новые возможности развития оптики и спектроскопии, в частности, привело к возникновению нелинейной оптики и лазерной спектроскопии. В последней используются монохроматичность и пространственная когерентность излучения лазеров, возможность получения импульсов излучения большой мощности. Но наибольший прогресс в спектроскопии связан с развитием нелинейной лазерной спектроскопии.

В основе этого чрезвычайно перспективного направления спектроскопии, как и других важных приложений, лежат открытые докторами физико-математических наук В. С. Летоховым и В. П Чеботаевым методы получения нелинейных узких резонансов в оптическом диапазоне. Цикл работ по нелинейным узким резонансам в оптике и их применению, выполненных В. С. Летоховым в Физическом институте им П Н Лебедева и Институте спектроскопии АН СССР и В. П. Чеботаевым в Институте физики полупроводников СО АН СССР, удостоен Ленинской премии 1978 года в области науки и техники.

Очевидно, что получение все более узких по частоте линий в спектрах испускания или поглощения электромагнитного излучения веществ ведет к увеличению точности физического эксперимента, открывает возможности новых приложений Так, получение узких резонансных линий в радиодиапазоне с относительной шириной $\sim 5\cdot 10^{-9}$ позволило создать квантовые стандарты частоты и атомную шкалу времени, погрешности которой составляют несколько тысячных долей секунды за 100 лет. Наиболее узкие резонансы в гамма-диапазоне, соответствующие ядерным переходам без отдачи в кристаллической решетке, были открыты Мёссбауэром; такие резонансы обеспечивают наивысшую в настоящее время точность физического эксперимента ($\sim 10^{-15}$). В промежуточной (оптической) области спектра спектральные линии испытывают уширение вследствие движения излучающих (или поглощающих) атомов и молекул (эффект Доплера), и относительная ширина оптических резонансов до недавнего времени была не меньше 10^{-6}

Появление лазеров с высокостабильной частотой открыло возможности получения существенно более узких резонансов в оптическом диапазоне. Идеи получения таких резонансов и создания на их основе оптических квантовых стандартов частоты были выдвинуты академиком Н. Г. Басовым и В С Летоховым еще в 60-х годах Дальнейшее развитие этих идей на стыке квантовой электроники, нелинейной оптики и спектроскопии атомов и молекул привело к рождению нового перспективного направления — нелинейной лазерной спектроскопии сверхвысокого разрешения.

В исследованиях В. С Летохова и В П. Чеботаева были открыты новые эффекты резонансного нелинейного взаимодействия когерентного лазерного излучения с газом атомов и молекул. На их основе авторы предложили и развили эффективные методы сужения оптических резонансов в 10^4—10^6 раз, т. е. полностью устраняющие доплеровское уширение. Один из основных методов получения узких оптических резонансов — метод насыщения поглощения позволил увеличить разрешающую способность в оптической спектроскопии до 10^{11}, т. е в миллион раз выше, чем у классических спектрометров Большие возможности открывает метод двухфотонного поглощения во встречных пучках фотонов и метод разнесенных оптических полей, который обещает повысить разрешающую способность до 10^{13}. Еще один метод — охлаждение и «пленение» атомов в поле лазерного излучения, использующий световое давление для устранения доплеровского уширения — может быть использован для радиационного охлаждения до сверхнизких температур ($\sim 10^{-3}$ K).

Надо отметить, что высокая разрешающая способность предложенных методов сочетается с очень высокой чувствительностью. оказалось возможным ставить успешные эксперименты при предельно малых концентрациях атомов и молекул и наблюдать даже одиночные атомы.

Методы нелинейной лазерной спектроскопии без доплеровского уширения открывают новые возможности дальнейшего познания структуры атомов и молекул, позволяют решить ряд новых задач науки и техники. С их помощью можно исследовать тонкую структуру высоковозбужденных состояний атомов, изотопические сдвиги уровней и сверхтонкую структуру, обусловленную спином и квадрупольным моментом ядра, другие тонкие эффекты, получить практически всю спектроскопическую информацию об атомах с высокой точностью В спектроскопии молекул эти методы могут обеспечить получение информации о сверхтонкой структуре колебательно-вращательных спектров молекул.

Нелинейная лазерная спектроскопия без доплеровского уширения продолжает быстро развиваться. Ее методы в принципе позволяют ставить новые тонкие оптические эксперименты, такие, как измерение ядерно-изомерного сдвига в колебательно-вращательных спектрах молекул, наблюдение красного смещения частоты излучения в гравитационном поле Можно ожидать, что ее методы позволят повысить разрешающую способность еще на 2—3 порядка, приблизиться к фундаментальному пределу, определяемому естественной шириной спектральной линии

Получение нелинейных узких резонансов позволяет решить и другие принципиально важные задачи, в частности, в квантовой электронике и метрологии. Эти резонансы используются для точной привязки к ним частоты излучения лазеров Таким образом удается повысить стабильность частоты когерентного излучения газовых лазеров в 10^5—10^6 раз. На уникальной установке В П Чеботаева стабильность частоты лазера достигает рекордного значения $\sim 10^{-14}$ С помощью лазеров со стабилизированной по нелинейным узким резонансам частотой была измерена скорость света с точностью 10^{-9}, что на два порядка лучше точности других методов измерения

Достижения в стабилизации частоты лазерного излучения создали базу для разработки новых методов в метрологии длины и времени. Так, лазерный (с использованием нелинейных узких резонансов) эталон длины имеет точность на два порядка выше, чем действующий эталон длины на основе спектральной линии атома криптона. Использование стабилизированных по нелинейным узким резонансам лазеров открывает возможности создания единого эталона длины и времени.

Открытие нелинейных узких резонансов — одно из наиболее важных событий в оптике за последние годы. Достижения В. С. Летохова и В П. Чеботаева, получившие признание во всем мире, продолжают традиции отечественной науки, уже многие десятилетия занимающей передовые позиции в оптике и вносящей фундаментальный вклад в развитие этой важнейшей области физики

Золотая медаль имени П. Н. Лебедева

Президиум Академии наук СССР присудил Золотую медаль имени П. Н. Лебедева 1978 года академику

И К. Кикоину за фундаментальные экспериментальные исследования в области физики твердого тела

Исследования И К Кикоина, посвященные различным проблемам физики конденсированного состояния, были начаты почти 50 лет назад Наибольшую известность из них получили работы по изучению влияния магнитного поля и других внешних факторов на электромагнитные свойства конденсированных сред

В 1933—1934 гг., исследуя влияние магнитного поля на фотоэлектрический эффект в полупроводниках, И. К. Кикоин совместно с М Н Носковым открыл новое явление — фотомагнитный (или фотоэлектромагнитный) эффект, известный теперь как эффект Кикоина — Носкова Он заключается в возникновении электрического поля в полупроводнике, помещенном в магнитном поле, при освещении его сильно поглощаемым светом. Возникновение такого явления связано с воздействием внешнего магнитного поля на ток носителей заряда в полупроводнике — электронов и дырок, направленный от освещенной части образца (где под действием кванта света образуются электрон-дырочные пары) к неосвещенной* Сначала фотомагнитный эффект был открыт в закиси меди, а затем — в германии, кремнии и других полупроводниках. В 60-е годы, изучая это явление в полупроводниковых монокристаллах, И. К. Кикоин с сотрудниками обнаружил анизотропию фотомагнитного эффекта и открыл квантовые осцилляции его при низких температурах.

И К. Кикоин исследовал также влияние других внешних факторов (в частности, давления, радиации) и при этом тоже обнаружил новые явления. Среди них фотопьезоэлектрический эффект — возникновение разности потенциалов в освещенном полупроводнике, подвергнутом деформации Открыто и изучено изменение электромагнитных свойств полупроводников под воздействием ионизирующих частиц, например, протонов и альфа-частиц (радиационный электромагнитный эффект).

Все эти работы, в особенности работы по фотомагнитному эффекту, имели большое значение для развития физики полупроводников Они позволили выяснить физические особенности взаимодействия поглощаемого света с полупроводниковыми монокристаллами, изучить диффузию носителей заряда в глубь материала, определить время жизни носителей на поверхности и в объеме образца, измерить другие характеристики полупроводников.

Следующий большой цикл исследований И. К. Кикоина в области физики твердого тела связан с изучением эффекта Холла в ферромагнетиках В результате этих исследований был открыт аномальный эффект Холла, обусловленный не магнитным полем, а намагниченностью ферромагнитного металла Кроме того, И К Кикоин экспериментально доказал, что в парамагнитных металлах существует аномальный эффект Холла, вызванный магнитным моментом, появляющимся в присутствии внешнего магнитного поля Эти открытия позволили сделать важный вывод. в кинетических явлениях вектор магнитного поля и вектор магнитного момента выступают независимо.

Ряд работ И. К Кикоина посвящен исследованию эффекта Эйнштейна — де Гааза в сверхпроводниках. В тонких экспериментах он впервые измерил гиромагнитное отношение в сверхпроводниках Эти результаты позволили доказать, что диамагнетизм сверхпроводников определяется электронами

К отмеченным Золотой медалью имени П. Н. Лебедева работам И. К. Кикоина относятся и исследования электронных свойств жидких металлов, в частности их электропроводности Измерен эффект Холла в жидкой ртути и в сплаве калий — натрий

Результаты исследований академика И К Кикоина — выдающегося советского физика-экспериментатора — являются крупным вкладом в изучение электрических и магнитных свойств полупроводников и металлов, в развитие экспериментальной физики, а его работы по фотомагнитному эффекту стали классическими.

Новый метод исследования биологических макромолекул

Последние два десятилетия характеризуются бурным развитием биологии, возникновением и становлением ее новейших разделов. биохимии, биофизики, молекулярной биологии, молекулярной генетики, биоорганической химии, исследующих живую материю и процессы жизнедеятельности, с одной стороны, на уровне атомов, молекул, молекулярных комплексов и ансамблей, а с другой — на уровне клеточных органелл, клетки и организма в целом.

Особенно впечатляют успехи физико-химической биологии — нового направления, возникшего на стыке наук и широко использующего достижения, подходы и идеи химии, физики и математики. Достаточно напомнить о таких крупнейших открытиях, как установление структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), рас-

* Описанный выше эффект Кикоина—Носкова представляет собой нечетный фотомагнитный эффект: при изменении направления магнитного поля на противоположное электрическое поле также меняет направление. В дальнейшем был открыт и четный фотомагнитный эффект.

сто лет назад

ШВЕЦИЯ. В Швеции всех занимает изобретение инженера Дальстрома, который нашел способ соединить посредством телеграфа станции железных дорог с поездами, находящимися в движении. На железной дороге между Вестервиком и Гультеффедом это изобретение было практически применено. В пассажирском вагоне установлен телеграфный аппарат, проводники которого соединены с колесами вагона. От аппарата идет проволока к медному довольно большому цилиндру, приделанному снаружи вагона, невдалеке от крыши. Цилиндр этот приводится во вращение трением о проволоку, укрепленную на телеграфных столбиках на довольно значительном расстоянии от вагона. Для испытания в двух вагонах поместили аппараты; общество разделилось на две половины по вагонам, отошедшим одновременно от двух различных станций на одном пути. Началось телеграфное сообщение и происходило без остановок между вагонами и станциями. Опыт удался как нельзя лучше, сообщение продолжалось при самой большой скорости поездов.

«Нива», № 11, 1880 г.

США. Новое употребление телефона. Судебный пристав в с. Луи сделал недавно вызов в суд тяжущихся сторон посредством телефона. Судьи признали подобный способ вызова вполне законным. Вскоре можно будет приговорить к смерти и казнить человека, не заставляя его покидать своего дома. Для этого достаточно было бы провести между судом и домом обвиняемого две проволоки, одну для передачи судебных прений и приговора, другую для исполнения казни посредством сильной электрической искры.

«Нива», № 20, 1880 г.

шифровка основных форм пространственной упаковки белков, установление полной аминокислотной последовательности ряда белков, разработка методов искусственного химического синтеза нуклеиновых кислот и т д Эти достижения невозможно представить без широкого привлечения физических методов исследования.

Ярким примером этого является разработка нового метода исследования тепловых эффектов биологических макромолекул

Используемые в физических экспериментах калориметры — приборы для измерения теплоемкости и других тепловых эффектов — оказались непригодными для изучения биологических объектов, исследуемых в сильно разбавленных растворах, где эти эффекты ничтожно малы Достаточно сказать, что вклад теплоемкости исследуемого биополимера в общую теплоемкость раствора составляет несколько десятитысячных процента. Между тем в ряде случаев точное измерение тепловых эффектов биологических макромолекул является единственной возможностью разрешить многие спорные вопросы.

Впервые на важность создания микрокалориметров высокой чувствительности и точности, пригодных для проведения измерений в широком диапазоне температур, указал еще в 1954 г. академик АН Грузинской ССР Э Л Андроникашвили, который поставил перед сотрудниками возглавляемого им Института физики АН Грузинской ССР задачу изучить тепловые свойства молекул ДНК, извлеченных из раковой опухоли и из нормальной ткани. Более 20 лет потребовалось ученым для создания прибора рекордной чувствительности (4 стомиллионных доли ватта). Проведенные с его помощью измерения позволили судить о том, какие силы стабилизируют структуру белков и какова природа превращений, наблюдаемых в белках при изменении температуры

Принцип действия сконструированного прибора заключается в регистрации количества тепла, необходимого для выравнивания температур раствора макромолекул и чистого растворителя при непрерывном равномерном нагреве. Такое выравнивание осуществляется автоматически При этом раствор и растворитель помещают в оболочку, температура которой следует за их температурой, что исключает теплообмен исследуемых образцов с окружающей средой. Прибор оказался в тысячу раз чувствительнее лучших калориметров того времени.

Дальнейшие работы по совершенствованию метода микрокалориметрии и базирующиеся на нем эксперименты проводились параллельно в Институте физики АН Грузинской ССР под руководством Э. Л Андроникашвили и в Институте белка АН СССР под руководством доктора физико-математических наук П Л Привалова Точные и стабильные калориметры позволили выполнить огромный объем исследований, результаты которых стали крупным вкладом в современную молекулярную биологию.

Прецизионный микрокалориметр стал незаменимым инструментом при анализе свойств и выявлении состояний, через которые проходят биологические полимеры при повышении температуры Например, измерение теплоемкости так называемой транспортной рибонуклеиновой кислоты (РНК) позволяет следить за ее ступенчатым развертыванием по мере нагревания. Наблюдение молекулярного плавления дало возможность проследить все этапы раскручивания двойной спирали ДНК Это важно, поскольку подобные процессы происходят и в живой клетке, когда ДНК выполняет свои генетические функции.

Калориметрические исследования позволили раскрыть особые свойства связанной воды, молекулы которой настолько тесно соединены с биополимерами, что не участвуют в обычном замерзании (или плавлении) воды при 0°С. Начаты измерения для отдельных частей клеток — ядер, хроматина и других биологических объектов. Результаты проведенных фундаментальных исследований способствовали созданию теоретической базы, без которой невозможно применять достижения молекулярной биологии в медицине и в сельском хозяйстве

Разработанный под руководством П. Л. Привалова и В В Плотникова и выпускаемый СКБ биологического приборостроения АН СССР микрокалориметр марки ДАСМ-1М (в настоящее время изготовлено более 30 приборов) не имеет конкурентов в мире, запатентован в промышленно развитых странах и успешно продается за рубеж

За разработку нового метода исследования биологических макромолекул — сканирующей микрокалориметрии Э. Л. Андроникашвили, П Л Привалову и В. В Плотникову присуждена Государственная премия СССР 1978 года.

Новый вид электронной эмиссии и импульсная рентгенотехника

Современные наука и техника остро нуждаются в источниках электронов, обеспечивающих плотности тока до 10^8—10^{10} А/см². Сверхплотные электронные пучки нужны прежде всего в тех случаях, где при малых размерах эмиттера требуются огромные токи (тысячи и миллионы ампер). Такие токи необходимы в технике импульсных сильноточных ускорителей*, для возбуждения квантовых генераторов, получения мощных рентгеновских вспышек и других целей.

Строительство современных сооружений, таких, как газо- и нефтепроводы, высотные мачты, атомные электростанции, не может обойтись без оперативного рентгеновского контроля швов и соединений часто в труднодоступных местах Для этого необходимы портативные, но в то же время мощные рентгеновские приборы. Такие принципиально новые рентгеновские аппараты, созданные в СССР и успешно применяемые в народном хозяйстве, появились и достигли высокого совершенства благодаря использованию нового типа электронных эмиттеров с высокой плотностью тока.

Какие же виды эмиссии могут обеспечить гигантские плотности тока 10^8—10^{10} А/см²? Это прежде всего автоэлектронная эмиссия — холодное вырывание электронов из проводника в сверхсильном электрическом поле (10^7—10^8 В/см). Автоэлектронная эмиссия обычно создается с помощью тонкого острия на лезвии (или иных участках поверхности с большой кривизной) при приложении к ним высоких электрических напряжений

Недавно выяснилось, что в предельно больших полях, когда автоэмиттер теряет свою устойчивость и разрушается, возникает еще более интенсивная электронная эмиссия. Ее удалось выявить благодаря применению новейших достижений высоковольтной наносекундной техники, скоростной фотографии, электронной и автоэмиссионной микроскопии и других методик Этот принципиально новый вид эмиссии подчиняется своим собственным закономерностям. Электроны испускаются при разрушении эмиссионного центра в момент формирования фазового перехода конденсированное вещество катода — плотная плазма. Фазовый переход поддерживается собственным эмиссионным током Центры эмиссии также самовосстанавливаются, взамен разрушившихся возникают новые, что обеспечивает большое число включений такого источника (до 10^6—10^7 раз).

Эта эмиссия, связанная с электрическим взрывом материала острия, была названа взрывной электронной эмиссией. Для ее идентификации и всестороннего изучения понадобилось тщательно исследовать режимы перехода автоэлектронной эмиссии предельных плотностей тока к взрывной эмиссии, исследовать процессы, связанные, в частности, с саморазогревом эмиттера и соответствующими изменениями тока эмиссии, формы эмиттера и т. д. Изучение самой

* См.: ежегодник «Наука и человечество. 1974», с. 320.

взрывной эмиссии — развитие во времени, причины ее возникновения и прекращения — было проведено на многих материалах, при различных начальных формах эмиттеров. Стало ясным, например, что лучшая воспроизводимость и большая долговечность эмиттера реализуются не на наиболее тугоплавких металлах (как в случае автоэлектронной эмиссии), а на хорошо теплопроводящих материалах, таких, как медь. Выявилась связь параметров возбуждающего импульса напряжения с получаемым током взрывной эмиссии, с массопереносом (т. е. расходом вещества катода), а следовательно, с ресурсом работы эмиттера. Все это позволило оптимизировать свойства используемых сильноточных катодов, выбрать для них наилучшие режимы эксплуатации, упростить их технологию.

Преимущества новых эмиттеров были с успехом реализованы в новых сериях рентгеновских аппаратов типа «Мира», «Рина», «Дина», «Квант», превосходящих по срокам службы более чем на порядок аналогичную по назначению зарубежную аппаратуру и не уступающих ей по мощности и портативности.

За цикл фундаментальных исследований взрывной электронной эмиссии и инициирующих ее автоэлектронных процессов, разработку на этой основе принципиально нового класса рентгеновских приборов, организацию их серийного производства и эффективного использования в народном хозяйстве группе работников Ленинградского НПО «Буревестник» и Ленинградского объединения электронного приборостроения «Светлана», сотрудникам Академии наук СССР и Ленинградского электротехнического института связи им. М. А. Бонч-Бруевича присуждена Государственная премия СССР 1978 года.

АСТРОНОМИЯ

Большой азимутальный телескоп АН СССР

Большой азимутальный телескоп БТА (рис. 1) начал свою астрономическую деятельность по выполнению общесоюзных и зарубежных астрономических программ 4 января 1977 г. Астрономы получили уникальный оптический инструмент, обладающий предельными возможностями и позволяющий исследовать не доступные для существовавших до сих пор телескопов процессы на границах наблюдаемой Вселенной.

БТА был разработан и создан Ленинградским оптико-механическим объединением имени В. И. Ленина (ЛОМО) под руководством главного конструктора Б. К. Иоаннисиани и при участии целого ряда фабрик, заводов и производственных объединений нашей страны. Телескоп установлен в горах Северного Кавказа на высоте 2100 м.

История мирового оптического астроприборостроения не знала до сих пор таких размеров, весов, объемов и точностей, которые стали нормой для БТА. Главная конструктивная особенность телескопа — прогрессивный принцип движения его оптической оси по азимутальным координатам, что обеспечивает малые световые потери, большую жесткость и технологичность всей конструкции. При весе телескопа 680 т азимутальная установка позволяет выводить оптическую ось зеркала на объект с точностью не хуже ± 10″.

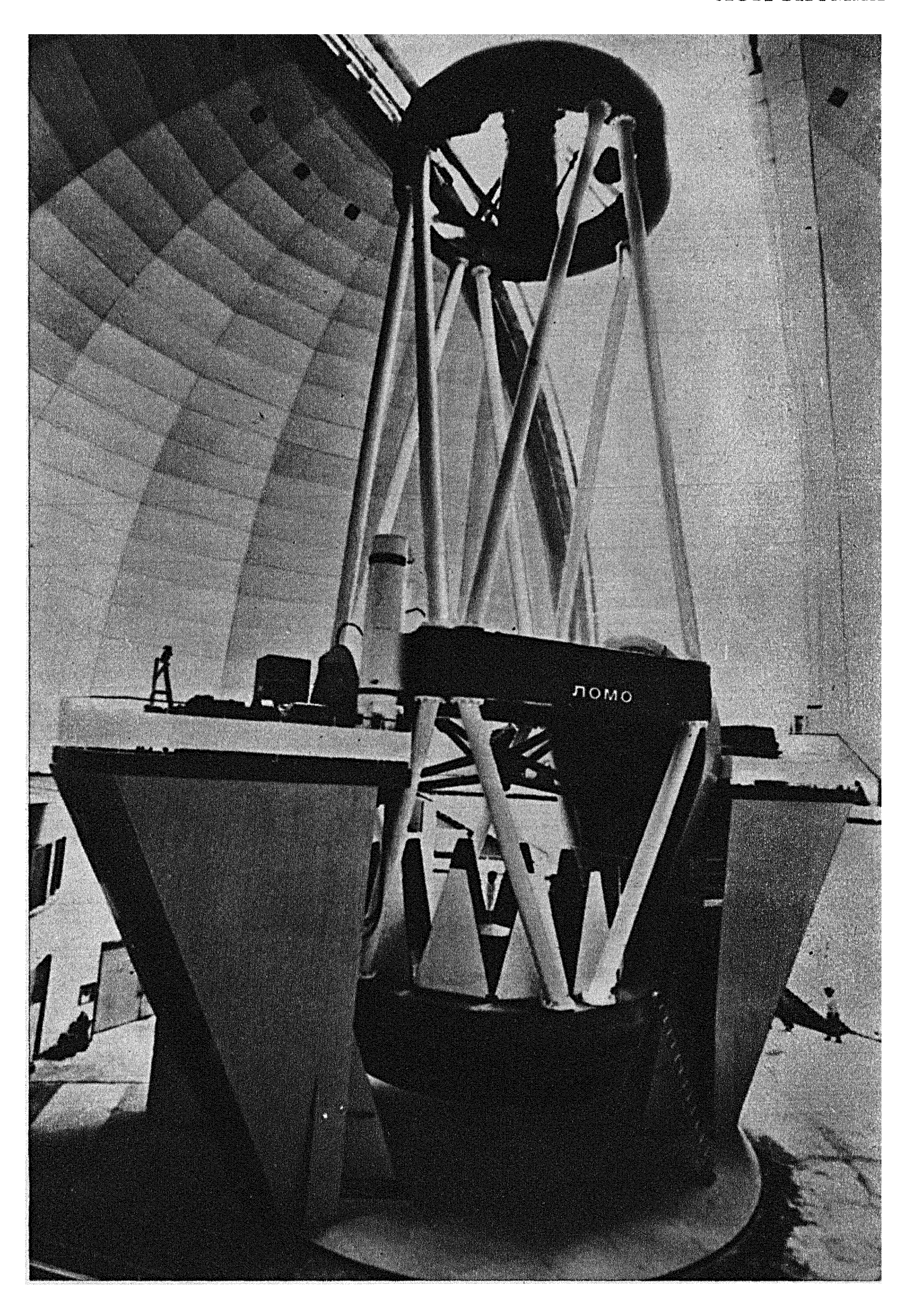
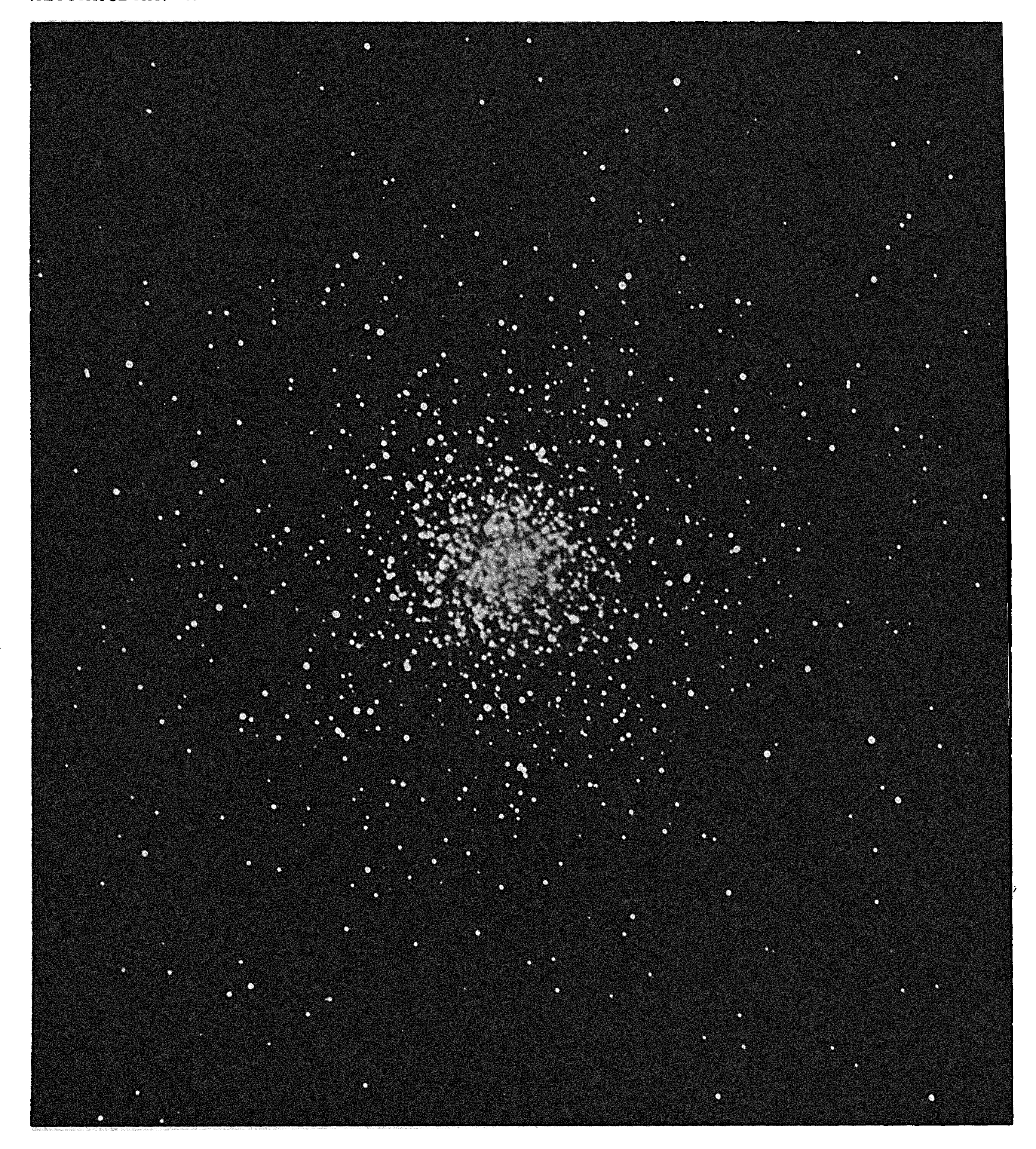


Рис. 1. Телескоп БТА (фото Ю. Сухарева)

Необходимые плавность и точность вращения телескопа достигнуты благодаря использованию опор жидкостного трения (гидравлических подушек), представляющих собой сплошную масляную пленку толщиной 0,1—0,15 мм.

Высота телескопа при вертикальном положении трубы составляет 42 м. Особые требования были предъявлены к несущим конструкци-



ям трубы: верхние и нижние штанги представляют собой бесшовные трубы диаметром 42 см, внутри верхних штанг перемещаются балансировочные грузы.

На высоте 24 м от поверхности зеркала в трубе размещается стакан первичного фокуса, содержащий оптические элементы (линзовый корректор и гиперболическое зеркало) и обеспечивающий возможность фокусировки телескопа. Над стаканом первичного фокуса расположена кабина наблюдателя диаметром 180 см с теплоизо-

Рис. 2. Шаровое скопление М3 (фото получено на БТА И. Д. Караченцевым)

Рис. 3. Галактика М51 (фото получено на БТА И. Д. Караченцевым)



ляционным слоем толщиной 10 см.

Вся башня БТА высотой около 45 м сооружена с соблюдением термостатического режима в отношении ограждающих конструкций и внутреннего пространства. Стены башни и купол обшиты трехслойными алюминиевыми панелями с запрессованным пенопластом. Пол подкупольного пространства надежно отсекает тепло, которое может проникнуть из расположенных ниже отапливаемых помещений (лабораторий, кабинетов, комнат отдыха): под покрытием пола уложены змеевики с хладоносителем и вентилируемые каналы. Два ряда алюминиевых панелей в куполе с продуваемой двухметровой воздушной прослойкой защищают подкупольное пространство и телескоп от нагрева солнечными лучами в дневное время.

Оптическая схема телескопа позволяет вести наблюдения в системе первичного фокуса и двух неподвижных фокусов. Система первичного фокуса (непосредственно в фокусе главного зеркала) обеспечивает возможность регистрации светового пучка в поле диаметром от 2′ (без корректора) до 12′ (с корректором).

Переход к системе неподвижных фокусов осуществляется с помощью выпуклого гиперболического зеркала. Плоское зеркало отклоняет отраженный от гиперболического зеркала световой пучок и направляет его вдоль горизонтальной оси телескопа к одной из двух фокальных плоскостей.

Главное зеркало (основная деталь оптической схемы телескопа) имеет световой диаметр 6000 мм, толщину — около 650 мм, фокусное расстояние — 24 000 мм, его вес — 42 т. Материал, из которого изготовлено зеркало, — оптическое стекло, называемое пирекс. Весь свет, отраженный поверхностью зеркала величиной около 25 м^2, собирается в точку площадью 0,01 мм^2.

Впервые в мировой практике успешно решена проблема управления движением телескопа, построенного на альтазимутальной монтировке. Две электронные цифровые управляющие машины с высокой точностью обеспечивают наведение телескопа на объект наблюдения, слежение за объектом, коррекцию телескопа и ряд других операций.

БТА оснащен современной спектральной аппаратурой. Пять спектрографов во всех фокусах телескопа с широким диапазоном возможностей позволяют исследовать предельно слабые объекты, планеты, звезды и туманности. В последние годы внедрены и используются новые методы исследований: очувствление фотоматериалов, применение электронных многоканальных приемников излучения, увеличение скорости обработки материалов и измерений с помощью вычислительной техники. Специальный комплекс астрономического телевидения, разработанный в обсерватории, позволяет проводить астрофизические исследования на самом современном уровне. Приемные телевизионные устройства обеспечивают возможность гидировать объекты до 20-й звездной величины и регистрировать энергию их излучения с минимальными потерями.

В 1978 г. за создание крупнейшего в мире оптического телескопа принципиально новой конструкции с главным зеркалом диаметром 6 м группе ученых и конструкторов ЛОМО присуждена Ленинская премия.

С помощью шестиметрового гиганта астрономы поставили и решают многие фундаментальные проблемы, затрагивающие основы мироздания: как образуются звезды и галактики? Было ли начало жизни Вселенной и каким оно было? Продолжает ли Вселенная расширяться с постоянной скоростью или расширение ее замедляется?..

На инструменте изучаются тонкие эффекты в атмосферах звезд, происхождение и природа магнитных полей, распределение скоростей галактик, ведутся поиски квазаров и других релятивистских объектов. За первые два года его работы получен обширный наблюдательный материал по временным изменениям в спектрах звезд-сверхгигантов; составлен каталог параметров спектральных линий оптического компонента рентгеновского источника Лебедь Х-1, уточнена модель этой системы; проведено более 200 измерений магнитных полей 15 магнитных звезд.

Наиболее интенсивно проводятся исследования в области внегалактической астрофизики. За этот период измерены лучевые скорости и вычислены абсолютные характеристики 140 изолированных галактик с целью измерения величины пекулярных движений в Метагалактике. Получено 270 спектрограмм взаимодействующих галактик из атласа Б. А. Воронцова-Вельяминова. Завершены наблюдения по основной программе спектрального обзора неба с объективной призмой (совместно с Бюраканской астрофизической обсерваторией АН Армянской ССР). Открыто 30 сейфертовских галактик. Изучены спектры 50 таких галактик для анализа физических условий и кинематики газа в околоядерных областях. Открыто 22 квазизвездных объекта. Завершено составление каталога 3300 лучевых скоростей галактик и каталога 3100 оптических отождествлений внегалактических радиоисточников. Оба каталога записаны на магнитной ленте ЭВМ. По пластинкам, полученным на БТА, выполнены подсчеты галактик до приблизительно 24-й звездной величины, показавшие отсутствие сильных эволюционных эффектов светимости и числа галактик.

На БТА уже получены тысячи спектрограмм и снимков (рис. 2, 3). По результатам исследований, проведенных на телескопе, опубликованы сотни научных работ

В астрофизических исследованиях налажено тесное сотрудничество с многими советскими и зарубежными научными организациями.

Нобелевская премия за открытие реликтового излучения

Нобелевская премия 1978 года по физике присуждена американским радиоастрономам А. Пензиасу и Р. Вильсону за исследования в области космических микроволновых радиоизлучений*. Этим ученым принадлежит одно из крупнейших открытий в области астрофизики — обнаружение реликтового фонового излучения Вселенной.

В 1964 г. Пензиас и Вильсон проводили измерения потока радиоизлучения в плоскости нашей Галактики в дециметровом диапазоне волн с помощью 20-футовой антенны, предназначавшейся для связи с американским спутником «Эхо» и обладавшей рекордной для тех лет чувствительностью. Поскольку излучение Галактики в сантиметровом диапазоне должно быть очень слабым, ученые решили для оценки собственного шума антенны провести наблюдения радиоизлучения неба на длине волны 7,35 см. В этих исследованиях и было обнаружено слабое фоновое радиоизлучение с температурой около 3° К. Последующие тщательные наблюдения и всесторонний анализ показали, что это излучение имеет спектр абсолютно черного тела, является практически изотропным, т. е. его температура не зависит от направления наблюдения, и не связано с Галактикой.

В дальнейшем было установлено, что это микроволновое излучение, названное реликтовым, заполняет всю Вселенную. В каждом кубическом сантиметре ее объема находится примерно 400 фотонов, что в 10^8—10^9 раз больше, чем средняя плотность атомов (в предположении, что все вещество Вселенной распределено равномерно). Средняя плотность энергии этого излучения ($\sim$0,25 эВ/см^3) в сотни раз превышает среднюю плотность энергии оптического излучения от всех звезд во Вселенной. В широком диапазоне длин волн — от миллиметров до дециметров — изучен спектр реликтового излучения. Как показал анализ возможных источников этого излучения, наблюдаемый его спектр не может быть сформирован такими источниками, как звезды, межзвездная материя или какие-либо другие известные радиоисточники.

Объяснение происхождения обнаруженного излучения удалось дать на основе так называемой горячей модели Вселенной, предложенной в конце 40-х годов Г. Гамовым с сотрудниками. Согласно этой модели расширяющаяся Вселенная на ранних стадиях эволюции была горячей: вещество и находившееся в термодинамическом равновесии с ним излучение имели столь высокую температуру, что возможны были термоядерные реакции синтеза гелия из водорода. На последующих стадиях расширения Вселенной вещество и излучение охлаждались, вещество сконденсировалось в галактики, звезды, планеты Но микроволновое излучение, а также большое количество гелия (30% по весу) и незначительное количество дейтерия, синтезированных в период между первой секундой и десятой минутой от начала расширения, оста-

* См. об этой работе в статье Я. Б. Зельдовича «Горячая» модель Вселенной и теория Фридмана» в ежегоднике «Наука и человечество. 1967».

лись во Вселенной как реликты того этапа эволюции Вселенной. В теоретических оценках температуры реликтового излучения давались значения 6—10°К; наблюдения же показывали, что она близка к 3°К.

Обнаружение Пензиасом и Вильсоном реликтового излучения, подтвердившее горячую модель, открыло новые возможности для изучения Вселенной. Дальнейшие более точные измерения распределения интенсивности этого излучения по небу позволили измерить скорость движения Земли относительно системы координат, в которой реликтовое излучение изотропно; эта скорость оказалась близкой к 400 км/с. Можно надеяться, что повышение точности измерений позволит получить информацию о разных этапах эволюции Вселенной, в частности, о времени возникновения галактик и о природе малых первичных возмущений плотности, которые привели к образованию наблюдаемых нами объектов.

Открытие реликтового излучения по своему значению для современнсй космологии сравнимо, пожалуй, только с открытием в 20-е годы расширения Вселенной. Оно дало мощный импульс для развития экспериментальных и теоретических исследований в космологии и астрофизике.

МАТЕМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, МЕХАНИКА

Ленинская премия — математику

В 1978 г за цикл работ «Арифметика алгебраических групп и приведенная К-теория» академик АН БССР В. П. Платонов удостоен Ленинской премии.

Имя молодого белорусского математика В. П. Платонова давно и широко известно. За работы по теории топологических групп в 1968 г. ему была присуждена премия Ленинского комсомола. Затем им были проведены фундаментальные исследования, посвященные так называемой проблеме сильной аппроксимации в арифметической теории алгебраических групп и гипотезе Кнезера — Титса. Признанный авторитет в этих вопросах, В. П. Платонов проявил исключительную проницательность, обратившись к проблеме Таннака — Артина, которая, как ожидалось и как подтвердилось впоследствии несколько необычным образом, содержала ключ к объяснению целого спектра удивительных фактов из разных областей математики, включая алгебраическую К-теорию и алгебраическую геометрию. В этом проявляется общая закономерность, не раз наблюдавшаяся в истории математики. Если употребить узкопрофессиональный язык, то можно сказать, что результаты В. П. Платонова по проблеме сильной аппроксимации — одно из самых мощных современных средств редукции различных диофантовых задач теории алгебраических групп над арифметическими полями к аналогичным, но более простым задачам над локальными полями.

Следует отметить, что эти результаты, принадлежащие к крупным достижениям мировой математической науки последнего десятилетия, получены В. П. Платоновым в остром соревновании с известными зарубежными школами и ведущими специалистами. И это в республике, где само развитие науки стало возможным только после Великого Октября! Но В. П. Платонов, поддерживающий деловые контакты с математиками многих стран, — не одиночка; он воспитал хорошую научную смену, молодежный коллектив, уже известный в математическом мире. Математика — вечно развивающаяся наука, и количество нерешенных крупных проблем в ней не убывает.

Остается добавить, что В. П. Платонов — директор Института математики АН БССР. Его свежий взгляд на математику и на науку в целом, несомненно, оказывает воздействие на окружающих. Институт математики АН БССР становится важным центром математической культуры.

Работы по операторному исчислению

Удостоенные Государственной премии СССР в 1978 г труды по операторному исчислению состоят из трех книг: «Интегральные преобразования и операционное исчисление» (В. А. Диткин и А. П. Прудников, 1974 г.), «Операционное исчисление» (В. А. Диткин и А. П Прудников, 1975 г.) и «Операторные методы» (В П. Маслов, 1976 г, на английском языке). Эти работы посвящены дальнейшему развитию и обобщению операторного исчисления Хевисайда, его приложениям в прикладной математике и математической физике.

В операторных методах рассматриваются операторы дифференцирования D и операторы умножения на независимую переменную Q:$Df(t)$, где $f(t)$ — некоторая дифференцируемая функция, означает $\frac{df(t)}{dt}$ — производную, а $Qf=tf(t)$. Сущность операторного (операционного) исчисления состоит в том, что оператор дифференцирования D рассматривается как алгебраическая величина, благодаря чему с ним можно производить такие же действия, как и с обычными алгебраическими величинами. Можно рассматривать функции, аргументом которых является оператор дифференцирования, например $\frac{1}{D}$, $\frac{D}{D+a}$ и т. д. Использование таких функций и привело к созданию операторного исчисления.

Известный английский ученый О. Хевисайд предложил формальные правила обращения с оператором D и некоторыми функциями от этого оператора и с помощью этих правил успешно решил ряд важных прикладных задач, в частности задачу о распространении электрических колебаний вдоль длинных линий связи. Хевисайд не дал обоснования применяемому им методу. Однако, успешное применение операторного (операционного) исчисления к решению важных прикладных задач привело к появлению работ по его обоснованию. Коротко говоря, операторные методы позволяют сводить дифференциальные задачи к алгебраическим. Поэтому они особенно полезны для решения прикладных задач и успешно применяются в электротехнике, радиотехнике, автоматике, теории регулирования и др.

В работах докторов физико-математических наук В. А. Диткина и А. П. Прудникова операторное исчисление получило новое развитие. При этом операторный метод Хевисайда и метод, основанный на классическом преобразовании Лапласа, которое переводит функцию действительного переменного в функцию комплексного переменного, дополняют друг друга. Даны приложения операторного исчисления к задачам анализа (решение дифференциальных уравнений — обыкновенных и с частными производными, систем уравнений, уравнений с запаздывающим аргументом), решены задачи математической физики (теория электрических цепей, задачи теплопроводности и др.). Операторные методы применены к исследованию свойств специальных функций и к выводу различных формул, содержащих эти функции. Излагается операторное исчисление нескольких переменных и дается его применение к решению ряда задач (вычисление интегралов, билинейные разложения, решение дифференциальных уравнений).

Строится операторное исчисление функций целочисленных аргументов и даются его приложения.

Операторное исчисление, изложенное в монографии В. П. Маслова, нацелено на уравнения в частных производных с переменными коэффициентами и призвано сводить проблему их решения к алгебраической проблеме. Здесь рассматриваются функции от упомянутых двух операторов D и Q. Эти операторы не коммутируют, т. е. $DQ \neq QD$. Это обстоятельство значительно осложняет теорию операторного исчисления операторов D и Q (например, понятие функции от них требует доопределения). Основные результаты монографии доктора физико-математических наук В. П. Мас-

лова — развитие удобного формального метода для описания широкого класса функций *f (D, Q)* от операторов *D* и *Q* и выяснение вопроса существования обратного оператора для оператора *f(D,Q)*.

Международный математический конгресс в Хельсинки

В августе 1978 г. в столице Финляндии состоялся очередной Международный математический конгресс. Открытию конгресса предшествовала сессия Генеральной ассамблеи Международного математического союза. На ней был избран новый исполнительный комитет союза. Президентом стал профессор Л. Карлесон (L. Carleson, Швеция), а вице-президентами — профессор Нагата (Nagata, Япония) и академик Ю. В. Прохоров (СССР).

Для участия в конгрессе прибыло свыше 3000 математиков из разных стран мира, главным образом из Европы и США.

В день открытия были объявлены имена математиков, удостоенных Золотой медали Филдса, и состоялась церемония вручения наград. На этот раз медаль Филдса получили четыре математика: профессор П. Делинь (P. Deligne, Бельгия), профессор Д. Квиллен (D. Quillen, США), кандидат физико-математических наук Г. А. Маргулис (СССР), профессор Ч. Фефферман (C. Fefferman, США). Первое пленарное заседание было посвящено работам лауреатов.

П. Делинь имеет много глубоких результатов в алгебраической геометрии и теории чисел. Самым ярким из них стало доказательство гипотезы А. Вейля для алгебраических многообразий над конечным полем. Этот результат уже нашел множество приложений в теории чисел и геометрии алгебраических многообразий.

Д. Квиллен — известный специалист в области топологии и алгебраической К-теории. Ему принадлежит решение ряда проблем (в том числе проблемы Серра о структуре проективных модулей над кольцом многочленов), имеющих фундаментальное значение и в течение длительного времени не поддававшихся усилиям математиков.

Основная область исследований Г. А. Маргулиса — теория дискретных подгрупп в группах Ли (точнее, дискретных подгрупп полупростых групп Ли с конечным факторобъемом). В этой области им получено несколько основополагающих результатов.

Ч. Фефферман специализируется в области теории функций многих комплексных переменных. Он разработал методы, позволившие ему решить ряд ее классических проблем.

Основная научная программа конгресса включала часовые пленарные доклады по различным областям математики и сорокапятиминутные обзорные секционные доклады. Организационный комитет пригласил выступить с пленарными докладами 17 видных математиков (в том числе 5 из СССР) и с секционными — 122 математика (среди них 25 советских).

Кроме того, были организованы секционные семинары, на которых участники могли выступить с 10—15-минутным сообщением о своих результатах. Всего на конгрессе работало 19 секций: 13 были посвящены областям чистой математики, 3 — теории управления и проблемам вычислительной математики, 3 — математической физике и механике, приложениям математики к биологии и общественным наукам, истории математики и математическому образованию.

Оценивая обсуждавшиеся на конгрессе математические результаты, следует отметить большой прогресс, достигнутый в теории нелинейных дифференциальных уравнений. В своем пленарном докладе член-корреспондент АН СССР С. П. Новиков сделал обзор работ, в которых дано построение явных решений для широкого класса нелинейных дифференциальных уравнений, возникающих из задач математической физики. Характерная особенность этих работ — использование наряду с теорией операторов результатов и методов классической алгебраической геометрии.

Доклад профессора С. Т. Яо (S. T. Yau, США) был посвящен исследованию нелинейных дифференциальных уравнений, возникающих из римановой геометрии и общей теории относительности. Используя методы функционального анализа, он сумел доказать существование глобального решения для ряда таких уравнений. На основе этих же методов он показал «положительность массы» гравитационной волны любой формы в общей теории относительности. Яо наметил также контуры программы исследований в области глобальной многомерной римановой геометрии.

Среди программных выступлений можно выделить доклад профессора В. П. Терстона (W. P. Thurston, США), сформулировавшего программу исследований по топологической классификации трехмерных многообразий и рассказавшего о полученных им результатах.

В докладе профессора Р. Пенроуза (R. Penrose, Великобритания) рассматривалось описание пространства твисторов для четырехмерного пространства — времени. Переход к пространству твисторов, которое имеет естественную комплексную структуру, позволяет свести ряд трудных физических вопросов к задачам алгебраической геометрии. Этот подход уже дал ряд существенных продвижений в теории полей Янга—Миллса*, о которых также докладывалось на конгрессе.

Отметим ряд докладов, в которых содержались решения известных проблем. В докладе доктора физико-математических наук А. А. Суслина

* Об этом см.: ежегодник «Наука и человечество. 1976», с. 306—307. — Ред.

сто лет назад

БЕРЛИН. Лет двадцать тому назад, наверное, встретили бы насмешками того, кто вздумал бы заговорить об электрическом локомотиве для передвижения по железным дорогам. А теперь вопрос этот разрешен не только в принципе, но и на опыте трудами известного специалиста по электричеству доктора Вернера Сименса. Его электрические локомотивы — или вернее модели локомотивов — действовали и возили груз и пассажиров на берлинской выставке. Конечно, теперь еще нельзя поручиться выпадет ли электрическому локомотиву такая же блестящая будущность, как та, которая выпала паровому, но уже теперь можно указать выгодные стороны электрического локомотива

«Еженедельное новое время», № 63, 1880 г.

ФРАНЦИЯ. Тяга судов паровозами. На некоторых французских каналах были произведены в последнее время опыты тяги судов вместо гужа паровозами. Рельсовая колея проложена по прежнему бичевнику на расстоянии одного метра от края канала. По ней бегают маленькие паровозики, на самом же канале образуется поезд из нескольких буксирующих судов. Опыты тяги судов паровозами вполне доказали возможность практического осуществления этого проекта, и это осуществление должно произвести целый переворот во внутреннем судоходстве по каналам.

«Еженедельное новое время», № 72, 1880 г.

было приведено решение проблемы Серра о структуре проективных модулей над кольцом многочленов (как показал А. А. Суслин, а также одновременно и независимо Д. Квиллен, все такие модули свободны). Доктор физико-математических наук Г. С. Маканин описал алгоритм решения уравнений со значениями неизвестных в свободной полугруппе. Построение такого алгоритма явилось решением известной проблемы математической логики.

Операционные системы ЕС ЭВМ

В 1978 г. за создание, освоение и внедрение операционных систем Единой системы электронных вычислительных машин (ЕС ЭВМ) группе ученых присуждена Государственная премия СССР.

Операционные системы для современных электронных вычислительных машин (ЭВМ) представляют собой комплекс программ, управляющих вычислительным процессом, а также обеспечивающих взаимодействие человека с ЭВМ. Операционные системы — главная часть базового программного обеспечения современных ЭВМ, которое разрабатывается и поставляется в составе вычислительной машины. Необходимо отметить, что в настоящее время затраты на разработку базового программного обеспечения равны затратам на разработку аппаратуры ЭВМ (а иногда и превышают их).

Для обеспечения функционирования ЕС ЭВМ было создано две операционные системы: операционная система ОС ЕС и дисковая операционная система ДОС ЕС.

Несколько слов о том, что представляет собой ЕС ЭВМ.

К настоящему времени сменилось три поколения ЭВМ: первое — ламповые ЭВМ, второе — полупроводниковые, третье — на интегральных схемах. Сейчас разрабатывается четвертое поколение — ЭВМ на больших интегральных схемах.

Единая система электронных вычислительных машин — это семейство программно-совместимых машин третьего поколения, предназначенных для решения широкого класса научно-технических, экономических, управленческих и других задач, а также для применения в автономных, территориальных вычислительных центрах, государственной сети вычислительных центров, в автоматизированных системах управления и системах сбора и обработки данных.

Семейство ЕС ЭВМ состоит из набора машин (их часто называют моделями), которые отличаются друг от друга «вычислительной мощностью» и соответственно стоимостью (менее мощные модели стоят дешевле). Под вычислительной мощностью подразумеваются некоторые наиболее существенные параметры моделей. В первую очередь это два параметра: производительность и объем оперативной памяти. Производительность моделей семейства ЕС ЭВМ меняется в широком диапазоне от нескольких десятков тысяч до миллионов операций в секунду. Объемы оперативной памяти меняются от сотен тысяч до миллионов байт (1 байт — это восемь двоичных разрядов). Как было сказано выше, все модели ЕС ЭВМ являются программно-совместимыми. Это значит, что программа, которая выполняется на одной из моделей, может быть выполнена с теми же результатами на любой другой программно-совместимой модели, как более мощной, так и менее мощной.

Все модели ЕС ЭВМ имеют общую структуру. Основная составная часть каждой модели — центральный процессор с оперативной памятью. Именно эта часть определяет вычислительную мощность модели. Основная функция центрального процессора — выполнение программы, находящейся в оперативной памяти. Программа состоит из команд, которые управляют обработкой данных в оперативной памяти. Если какие-либо данные отсутствуют в оперативной памяти, то выполняется операция ввода данных с периферийного устройства. Данные, составляющие результаты выполнения программы, выводятся на периферийное устройство (операция вывода). Оперативная память каналами ввода-вывода соединена с периферийными устройствами. К последним относятся широкий спектр устройств, таких, как устройства внешней памяти (магнитные ленты и магнитные диски), устройства ввода с перфокарт и перфолент, устройства вывода на перфокарты и перфоленты, пишущие машинки, алфавитно-цифровые печатающие устройства, оптические читающие устройства, устройства машинной графики (алфавитно-цифровые и графические дисплеи, графопостроители), а также широкий набор устройств телеобработки, соединяемых с вычислительной машиной по каналам связи (телефонным, телеграфным и др.). Набор периферийных устройств ЕС ЭВМ, включающий сотни устройств, общий для всех моделей, и, следовательно, конкретное устройство может работать с любой из моделей.

Структура ЕС ЭВМ предусматривает возможность переменной комплектации конкретных вычислительных установок (вычислительных машин, установленных у пользователя), параметры которых могут меняться в весьма широком диапазоне, как по производительности центрального процессора и объемам оперативной и внешней памяти, так и по составу и характеристикам периферийных устройств.

Наиболее дорогостоящие устройства, входящие в состав вычислительной машины, — центральный процессор с оперативной памятью. Поэтому одна из основных проблем эффективной организации вычислительного процесса — максимальная загрузка центрального процессора. Это означает, что центральный процессор по возможности должен постоянно иметь работу, а его простои должны быть сокращены до минимума. Однако в настоящее время существует значительная диспропорция в скорости работы центрального процессора и периферийных устройств. Если центральный процессор может выполнять от сотен тысяч до миллионов операций в секунду, то периферийные устройства работают медленнее в 10^2—10^6 раз. Это связано в первую очередь с механической природой функционирования периферийных устройств, а также со способом их использования (например, если данные вводятся оператором с клавиатуры пишущей машинки, то скорость ввода ограничена 20 знаками в секунду). Таким образом, когда программа запрашивает ввод данных или производит вывод результатов, то возникают большие паузы в выполнении программы (в том смысле, что за это время центральный процессор мог бы выполнить большое число команд). Для того чтобы избежать подобных простоев центрального процессора, вводится мультипрограммный режим работы вычислительной машины. При этом в оперативной памяти ЭВМ одновременно находится несколько программ, готовых

сто лет назад

США. Недавно в Нью-Йорк прибыл человек, который ходит по воде почти так же легко, как и по твердой земле. Его изобретение состоит из двух цинковых башмаков длиною в 5 футов и глубиною в 5 дюймов. Эти башмаки непроницаемы для воздуха и с загибами на конце. В центре башмака находится выемка для помещения ноги. Под башмаками приделаны в два ряда по пять небольших весел. Во время странствия по воде он походит скорее на человека, катающегося на коньках, нежели на пешехода; он может скользить, не поднимая ног. Изобретатель весит 125 фунтов и погружает свои башмаки в воду на глубину трех с половиной дюймов. По-видимому, он ходит по воде легко, но немного нагнувшись.

«Природа и охота», № 9, 1880 г.

использовать центральный процессор. Если в одной из этих программ возникает пауза ожидания, то центральный процессор переходит к выполнению второй программы. Если и там возникнет пауза, то к третьей и т. д. Следует отметить, что здесь указана только одна из причин применения мультипрограммных режимов работы ЭВМ. Существуют и другие.

Возможность работы в мультипрограммном режиме должна быть обеспечена как аппаратно, так и программно. Аппаратное обеспечение сводится к тому, что составные части ЭВМ, такие, как центральный процессор, каналы ввода-вывода, отдельные периферийные устройства, должны работать независимо (асинхронно) и параллельно и иметь средства для синхронизации своей работы. Общая организация работы всех составных частей ЭВМ и процесса вычислений возлагается на операционную систему.

Операционные системы ЕС ЭВМ представляют собой большой комплекс программ, предназначенных для обеспечения работы моделей ЕС ЭВМ во всех возможных конфигурациях составляющих устройств. Для эффективной организации работы потребовалось создать две упомянутые операционные системы — ДОС ЕС и ОС ЕС

Операционная система ДОС ЕС ориентирована на более скромные установки, при эксплуатации которых на первый план выдвигаются проблемы минимизации ресурсов ЭВМ, используемых для функционирования самой операционной системы, эффективность и простота ее работы.

Операционная система ОС ЕС предназначена для обеспечения работы более мощных вычислительных установок, для которых решающими являются вопросы планирования распределения ресурсов, организации параллельных процессов внутри задач, разнообразия набора услуг и функций, полноты диагностики, устойчивости операционной системы в отношении сбоев и отказов отдельных технических средств установки

Исходя из этого можно указать следующие основные функции операционных систем ЕС ЭВМ:

организация мультипрограммных режимов;

организация выполнения непрерывного потока заданий;

управление процессами ввода и вывода данных;

автоматизация труда операторов ЭВМ;

автоматизация труда программистов;

автоматизация труда обслуживающего персонала ЭВМ;

автоматизация труда управленческого персонала вычислительного центра.

Мультипрограммные режимы операционных систем ЕС ЭВМ увеличивают пропускную способность вычислительных установок. Организация мультипрограммных режимов требует от операционной системы распределения между одновременно выполняющимися программами ресурсов вычислительной системы — времени работы центрального процессора, областей оперативной и внешней памяти, периферийных устройств и др. В сочетании со средствами телеобработки и машинной графики мультипрограммные режимы служат основой для реализации оперативных режимов работы. К последним относится режим разделения времени, обеспечиваемый операционной системой ОС ЕС, при котором одновременно может работать с ЭВМ большое количество удаленных пользователей через абонентские пункты, связанные с ЭВМ по каналам связи.

Операционная система организует обработку непрерывного потока заданий (программ) с автоматическим переходом от выполнения предыдущего задания к следующему.

Централизованное управление процессами ввода-вывода в операционной системе, которое реализуется системой управления данными, обеспечивает согласованную работу центрального процессора, каналов ввода-вывода и периферийных устройств, включая устройства телеобработки и машинной графики

Достигнутый уровень автоматизации работы операторов, программистов и обслуживающего персонала, обеспечиваемый операционными системами ЕС ЭВМ, позволяет повысить коэффициент использования вычислительной установки благодаря росту производительности труда программистов, уменьшению ручного вмешательства операторов в работу системы (и количества ошибок, вызванного таким вмешательством), сокращению времени поиска неисправностей и возможности проведения профилактических работ на ЭВМ без приостановки вычислений.

Операционные системы ЕС ЭВМ существенно повышают надежность функционирования технических средств ЕС ЭВМ благодаря программным средствам восстановления после сбоев и диагностики причин сбоев и отказов, резервированию устройств и каналов. Программные средства восстановления предназначены для восстановления работы системы после ошибки, возникающей в аппаратуре, а также регистрации и печати информации о вычислительной системе в момент возникновения ошибки. В случае возникновения неустранимой ошибки ввода или вывода в канале или периферийном устройстве, операционная система ищет альтернативные способы доступа к данным, имеющимся в вычислительной системе, перенося выполнение операции ввода или вывода на другой канал или устройство.

Системы программирования операционных систем ЕС ЭВМ, автоматизирующие труд программистов, позволяют использовать наиболее распространенные языки программирования: ФОРТРАН IV, АЛГОЛ-60, КОБОЛ, ПЛ/I, РПГ, а также машинно-ориентированный язык Ассемблера. Развитые средства отладки как на уровне языков программирования, так и на уровне машинных программ позволяют сократить трудоемкость и время разработки программ. Для ряда языков обеспечивается программирование в режиме диалога с использованием удаленных абонентских пунктов. В составе операционных систем ЕС ЭВМ имеются развитые средства сборки рабочих программ из отдельно изготовленных программных модулей.

Для автоматизации труда управленческого персонала вычислительного центра операционная система проводит сбор учетной и статистической информации, а также контроль основных параметров выполняемых заданий

Некоторое представление о масштабе операционных систем и трудоемкости их разработки дают следующие цифры:

объем операционной системы ОС ЕС — более 3,5 млн. команд,

эксплуатационная документация включает более 100 документов общим объемом более 18 тыс. страниц,

объем операционной системы ДОС ЕС — более 1,3 млн. команд;

эксплуатационная документация включает 46 документов общим объемом более 8 тыс. страниц.

По структуре, набору функциональных возможностей и средств, предоставляемых пользователю и обслуживающему персоналу, обе операционные системы ЕС ЭВМ находятся на уровне лучших операционных систем мира, предназначенных для ЭВМ соответствующего класса.

XI конгресс ИКАС

В сентябре 1978 г. в Лиссабоне (Португалия) состоялся XI конгресс Международного совета по аэронавтическим наукам (ICAS, ИКАС).

ИКАС создан свыше 20 лет назад для обобщения опыта и обмена информацией по исследованиям, проводимым в авиационных науках. В деятельности ИКАС принимают участие 26 стран. Его почетный председатель — известный французский ученый Морис Руа (М. Roy)*.

Конгрессы ИКАС созываются каждые два года. В Лиссабон приехало около 150 ученых и инженеров. Здесь было прочитано 5 обзорных лекций и

* В ежегоднике «Наука и человечество. 1968» помещена статья М. Руа «Воспоминания и размышления». — Ред.

60 докладов, авторы которых работают в крупнейших авиационно-космических научных центрах, в университетах и политехнических институтах, в ведущих авиационных фирмах. Среди докладчиков были специалисты из Англии, Голландии, Италии, СССР, США, Франции, ФРГ, Швеции, Японии и других стран.

Тематика конгресса отличалась актуальностью и непосредственной связью с инженерной практикой. Она отражала задачи авиационных наук в современных условиях, охватывала такие вопросы, как создание новых аэродинамических труб, численное решение задач аэродинамики на электронных вычислительных машинах, проектирование гиперзвуковых летательных аппаратов, конструирование самолетов с укороченным и вертикальным взлетом, устойчивость и управляемость самолетов, летные и наземные испытания самолетов и двигателей, изучение шума от самолетов и вертолетов и защита окружающей среды, исследование прочности и аэроупругости авиационных конструкций и применение для них новых материалов, разработка оптимизационных методов проектирования в самолетостроении.

Разразившийся в капиталистических странах топливный кризис вызвал весьма резкое увеличение стоимости авиационного горючего. Затраты на топливо достигли 40% от всех затрат при эксплуатации пассажирских и транспортных самолетов. Острота этой проблемы заставила вести интенсивную работу в различных направлениях с целью сокращения расхода топлива. Этой теме посвящен целый ряд докладов на конгрессе. Один из путей состоит в уменьшении аэродинамического сопротивления самолета, что может быть достигнуто, в частности, с помощью управления пограничным слоем — тонким слоем у обтекаемой поверхности, в котором вязкость воздуха порождает силу трения. В нескольких докладах были сообщены результаты исследований по снижению аэродинамического сопротивления крыла за счет вдува газа в пограничный слой или охлаждения последнего. Другой путь снижения расхода топлива — конструктивное совершенствование авиадвигателей и их отдельных элементов. Весьма перспективно здесь применение двухконтурных и турбовентиляторных двигателей.

Значительное место заняли доклады, посвященные созданию новых и модернизации существующих дозвуковых и трансзвуковых аэродинамических труб, которые служат основным инструментом для проведения экспериментов по обтеканию летательных аппаратов. В качестве примера упомянем трубу малых скоростей, которая строится в Голландии совместно с ФРГ и будет самой большой и эффективной трубой такого типа в Европе. Она имеет три сменные рабочие части (наибольшую размером 9,5×9,5 м) и систему охлаждения потока для получения больших чисел Рейнольдса, которые характеризуют эффекты вязкости и для подобия должны быть одинаковы в реальных (натурных) условиях и в трубном эксперименте. В современных трансзвуковых трубах в рабочей камере используется газ с давлением в несколько атмосфер и проводится охлаждение потока до низких температур, что дает возможность получать натурные числа Рейнольдса.

Очень важное и быстро развивающееся направление в аэродинамике — численное исследование разнообразных течений с помощью ЭВМ. Такой численный эксперимент требует меньших затрат, а в целом ряде случаев оказывается более надежным средством исследования, чем продувки в аэродинамических трубах. По этой тематике на конгрессе было представлено много докладов, в том числе два от Советского Союза: о расчете сверхзвукового обтекания крыльев (первый) и клиньев и конусов с большими углами раствора (второй).

В обзоре численных методов, применяемых в США, для расчета пространственного обтекания самолета при дозвуковых и трансзвуковых скоростях и расчета пограничного слоя на крыле, в частности, приводились результаты определения аэродинамических характеристик самолета, несущего космический летательный аппарат многократного использования («Спейс шаттл»). В других докладах рассчитывались течения около крыльев различной формы (стреловидных, типа «утка»), трехмерное трансзвуковое обтекание конфигураций фюзеляж — крыло, неустановившиеся и отрывные течения.

Специалисты из НАСА сообщили о некоторых результатах разработки гиперзвукового самолета с прямоточным реактивным двигателем, работающим на водородном топливе. Этот аппарат предназначен для скорости полета, близкой к семи скоростям звука, когда такой летательный аппарат становится эффективным. У него двигательная установка, представляющая собой модуль из ряда отдельных двигателей прямоугольного поперечного сечения, удобно компонуется под нижней частью фюзеляжа. Однако при этом возникает проблема теплозащиты корпуса самолета и самого двигателя, которая может быть эффективно решена с помощью конвективного охлаждения.

Сотрудники Технического университета Западного Берлина теоретически и экспериментально исследовали обтекание конического крыла, предназначенного для гиперзвукового летательного аппарата, уделив основное внимание нерасчетным условиям полета.

В настоящее время в авиации и космонавтике широко используются новые композитные материалы, имеющие улучшенные свойства. Применение керамических лопаток в турбинах реактивных двигателей позволяет повысить температуру газов перед турбиной на 100° и за счет этого увеличить КПД двигателя и его тягу. На конгрессе рассказывалось также об исследованиях прочностных и весовых характеристик графито-эпоксидных панелей, применяемых на «шаттле».

Для проектирования конструкций с минимальным весом используются оптимизационные методы с проведением анализа на ЭВМ. Как указывают специалисты из ФРГ, с помощью такой оптимизации при создании космического спутника «AEROS» удалось снизить его вес на 20%.

XI конгресс ИКАС отразил все актуальные и развивающиеся направления авиационных наук и продемонстрировал их сегодняшнее состояние.

Международный симпозиум по теории оболочек

Казавшиеся еще в недалеком прошлом неограниченными сырьевые ресурсы позволяли создавать сооружения и машины с большим запасом прочности: они обычно представляли собой тяжелые массивные конструкции. Восходящим к древности символом этой эпохи могут служить величественные египетские пирамиды.

По мере развития человеческой цивилизации постепенно и все острее стал ощущаться недостаток материальных ресурсов. К тому же в наши дни ответственные конструкции работают обычно в исключительно сложных по физико-химическим и механическим параметрам условиях. Это требует их оптимального проектирования как с точки зрения надежности (прочности), так и с точки зрения экономичности. При этом во многих практических приложениях особое значение приобретает облегчение конструкций. Именно поэтому во всех сферах современной техники стали играть такую большую роль оболочки. Перекрытия стадионов, гигантские наземные нефтехранилища и газгольдеры, корпуса судов, самолетов и космических кораблей — все эти объекты представляют собой в большей или меньшей степени тонкостенные оболочки.

Хотя изучение деформаций, колебаний и прочности плоских пластин началось с конца XVIII в., история собственно теории оболочек насчитывает всего около ста лет, а наиболее бурное развитие этой отрасли науки приходится на последние десятилетия. В теории оболочек принципиальные математические трудности возникают не только в решении сформулированных задач, но и в их постановке, очень сложным оказывается осуществление уверенно воспроизводимого

точного эксперимента. Одна из причин этого — исключительная чувствительность оболочек к несовершенствам их формы и условиям закрепления на контуре. Не удивительно поэтому, что теория оболочек (и, как частный случай, пластин) привлекает сейчас пристальное внимание как ученых-механиков — теоретиков и экспериментаторов, так и математиков и инженеров. Весьма широкий фронт исследований по теории оболочек развернут, в частности, в Советском Союзе.

Всесторонний интерес ученых и инженеров к теории оболочек повлек в наше время созыв большого числа международных и национальных научных конференций, посвященных различным ее аспектам. Так, в СССР с 1960 по 1977 г. прошло 11 всесоюзных конференций по теории оболочек и пластин. Международный союз по теоретической и прикладной механике провел в 1959 и 1967 г. два международных симпозиума по теории тонких оболочек (в Нидерландах и Дании). III Международный симпозиум по теории оболочек, организованный этим союзом, был проведен в Тбилиси 22—28 августа 1978 г. Подготовка этого симпозиума была начата Национальным комитетом СССР по теоретической и прикладной механике под руководством президента Академии наук Грузинской ССР академика И. Н. Векуа. В связи с безвременной кончиной этого выдающегося грузинского математика и механика Международный союз постановил посвятить симпозиум его памяти.

В работе симпозиума приняло участие около 100 ученых из 18 стран, в том числе президент Международного союза по теоретической и прикладной механике датский профессор Ф. Ниордсон *(F. Niordson)*, известный специалист по теории оболочек, бывший президент союза голландский профессор В. Койтер (W. Koiter), вице-президент союза советский академик Л. И.Седов. Всего на симпозиуме было заслушано 5 обзорных докладов и 34 ординарных доклада и кратких сообщения.

Кратко остановимся на обзорных докладах. Помимо доклада президента Академии наук Грузинской ССР Е. К. Харадзе, посвященного памяти академика И. Н. Векуа, Советский Союз представил доклад члена-корреспондента АН СССР И. И. Воровича о резонансных свойствах полуограниченных оболочек. Связанные с этим проблемы возникают, в частности, при изучении особенностей работы механических волноводов. Модели компактных оболочек конечных размеров хорошо поддаются математическому исследованию, однако у оболочек с сильно удлиненными ответвлениями возникают совершенно новые эффекты и анализ их моделей сильно затруднен. Этому вопросу и был посвящен упомянутый доклад.

Один из ведущих специалистов НАСА (США) доктор М. Андерсон (M. Anderson) в своем докладе рассказал об американском практическом опыте расчетов аэрокосмических оболочечных конструкций, продемонстрировав эффективность применения для этой цели современных мощных ЭВМ. Чрезвычайно тонкие и точные эксперименты по изучению потери устойчивости оболочек были описаны в докладе сотрудника Института аэрокосмических исследований Торонтского университета (Канада) профессора Р. Теннисона *(R. Tennyson)*. Доклад польского академика А Савчука *(A. Sawczuk)* был посвящен исследованиям работы оболочек в условиях пластических деформаций.

На симпозиуме были обсуждены актуальные для практических приложений вопросы применения различных приближенных методов расчета в теории оболочек и разработки уточненных теорий для исследования возникающих здесь сложных задач, а также фундаментальные проблемы экспериментальной оценки нелинейных математических моделей работы оболочек.

ХИМИЯ

Ленинская премия — казанским химикам

Советские ученые традиционно занимают передовые позиции в химии фосфорорганических соединений. Важную роль в развитии этого научного направления играет казанская школа, созданная великим русским химиком А. М. Бутлеровым. Благодаря основополагающим работам академика А. Е. Арбузова эта школа стала колыбелью химии органических производных фосфора. Новым признанием заслуг казанских ученых явилось присуждение Ленинской премии за 1978 год академику Б. А. Арбузову и члену-корреспонденту АН СССР А. Н. Пудовику за цикл работ, посвященных синтезу и изучению строения фосфорорганических соединений.

Химия органических производных фосфора является одним из наиболее бурно развивающихся разделов элементоорганической химии. Интерес к фосфорорганическим соединениям определяется их многообразием и уникальным набором свойств, делающим эти вещества ценным объектом теоретических исследований и придающим им большую практическую значимость. В последние годы установлено, что эти соединения выполняют ответственные биологические функции. Они являются непременной и важной составной частью сложных винтообразных полимерных молекул дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), осуществляющей передачу наследственных признаков у человека и животных. Фосфорорганические соединения входят в состав многих ферментов, регулирующих протекание сложнейших процессов в живых организмах, в частности, играющих важную роль в обмене углеводов, белков, жиров. Ответственные функции выполняют фосфолипиды, участвующие вместе с холестерином и белками в построении нервной ткани, мембран клеток, компонентов крови и т. д. В растительном мире усвоение двуокиси углерода в процессе фотосинтеза, который является материально-энергетической основой существования человека и всего животного мира, также протекает при участии фосфорорганических соединений.

Физиологическая активность органических производных фосфора определила основные области их практического использования. Они широко применяются в качестве лекарственных препаратов при лечении глаукомы, заболеваний центральной нервной системы, туберкулеза, рахита, рака, кожных заболеваний и т. д. Различные соединения фосфора оказались весьма эффективными средствами борьбы с вредителями сельскохозяйственных культур. В отличие от хлорорганических соединений они во внешней среде менее устойчивы, быстрее разлагаются, не оставляя токсичных для человека и животных остатков. Их действие основано на блокировании жизненно важных ферментов в живом организме (в первую очередь холинэстеразы). Целый ряд фосфорорганических соединений используется в сельском хозяйстве для борьбы с сорной растительностью (гербициды).

В последнее время фосфорорганические соединения находят все более широкое применение в промышленности. Они используются в качестве добавок к бензинам и смазочным маслам, растворителей и пластификаторов, поверхностно-активных веществ, флотореагентов и экстрагентов редких и ценных металлов, а также исходных продуктов для получения полимеров со специальными свойствами (термостабильные, негорючие, ионообменные, клеящие и др.).

В Институте органической и физической химии Казанского филиала АН СССР под руководством Б. А. Арбузова и А. Н. Пудовика были разработаны методы синтеза самых разнообразных фосфорорганических соединений на основе реакций присоединения различных типов соединений фосфора к органическим соединениям, содержащим кратные связи: углерод—углерод, углерод—кислород, углерод—азот и др. Изучение химического поведения синтезированных соединений как линейного, так и циклического строения дало богатый материал для дальнейшего развития теоретических представлений в орга-

нической химии фосфора. Авторы открыли целый ряд новых, оригинальных видов внутримолекулярных перегруппировок фосфорорганических соединений, систематическое изучение которых позволило установить механизмы их протекания и показать зависимость скорости и направления превращений от строения исходных соединений. Наряду с изучением химических свойств и реакционной способности были проведены широкие исследования по изучению пространственной структуры фосфорорганических соединений. Эти исследования, в ходе которых использовались как традиционные, так и новые физико-химические и физические методы, дали богатый и интересный материал для развития стереохимии.

Значительная часть научных разработок Б. А. Арбузова и А. Н. Пудовика включала целенаправленный поиск перспективных для использования в народном хозяйстве фосфорорганических соединений. В результате проведенных работ получен ряд эффективных лекарственных препаратов, средств борьбы с сельскохозяйственными вредителями, новых экстрагентов, добавок к буровым жидкостям, катализаторов и т. д.

Классические экспериментальные работы Б. А. Арбузова и А. Н. Пудовика в области химии фосфорорганических соединений явились крупным вкладом в химическую науку.

Нобелевская премия по химии

Нобелевская премия 1978 г. по химии присуждена П. Митчеллу (Великобритания) за исследования биоэнергетических процессов в клетке.

После окончания в 1950 г. Кембриджского университета П. Митчелл в течение 5 лет вел там преподавательскую и исследовательскую работу. С 1955 по 1963 г. он возглавлял биохимическую группу кафедры зоологии Эдинбургского университета (Шотландия), где также вел преподавательскую работу.

В 1961 г. П. Митчелл опубликовал в журнале «Nature» («Природа») небольшую статью, в которой впервые изложил свою хеми-осмотическую гипотезу биоэнергетики. Затем на некоторое время он прервал научную деятельность, занявшись восстановлением и переоборудованием старинного дома, купленного им на юге Англии в Корнуэлле. Так возникли «Глинновские лаборатории для стимулирования фундаментальных биологических исследований», которые П. Митчелл возглавил в 1964 г.

Вернувшись к научной деятельности, П. Митчелл убедился, что предложенная им гипотеза осталась незамеченной, несмотря на то что ряд появившихся за эти годы наблюдений свидетельствовал в ее пользу. П. Митчелл решил более подробно изложить свою концепцию. Однако написанная им брошюра «Хеми-осмотическое сопряжение в окислительном и фотосинтетическом фосфорилировании» была отвергнута издательствами. После того как размноженная на ротапринте брошюра была направлена автором в крупнейшие биохимические лаборатории, новая концепция подверглась резкой критике со стороны известных ученых. Тем не менее ее основной принцип так и не удалось экспериментально опровергнуть. В последующие годы по мере появления новых фактов, предсказанных П. Митчеллом, стала очевидной справедливость его предположений о сущности одной из самых важных и запутанных проблем современной биохимии.

Еще в 30-е годы советские биохимики В. А. Энгельгардт и В. А. Белицер показали, что аккумуляция полезной энергии в клетке при окислении питательных веществ происходит за счет сопряжения двух реакций: дающей энергию (окисление) и потребляющей энергию (синтез аденозинтрифосфорной кислоты — АТФ). Сопряжение проявляется в том, что два эти процесса взаимосвязаны и не могут протекать независимо друг от друга. В 50-е годы выяснилось, что образование АТФ в процессе фотосинтеза описывается той же общей схемой (Д. Арнон, США).

В то же время оставалась совершенно неясной природа сопряжения окисления и фосфорилирования. В начале 60-х годов возникло множество конкурирующих гипотез, претендовавших на решение проблемы сопряжения. Одной из них была схема П. Митчелла.

Суть предложенной П. Митчеллом гипотезы сводится к тому, что процессы окисления и фосфорилирования локализованы в биологической мембране и происходят таким образом, что субстраты и продукты реакции оказываются разделенными мембранным барьером.

Согласно схеме окислительная реакция образует ионы H^+ по одну сторону мембраны и потребляет ионы H^+ по другую сторону. Синтез АТФ также вызывает дисбаланс водородных ионов, однако противоположной направленности. Если окислительная реакция сопровождается высвобождением энергии, то эта энергия первично запасается в трансмембранной разности электрических потенциалов (поскольку электрон пересекает мембрану) и трансмембранной разности концентраций ионов H^+ Затем энергия образованного таким образом электрохимического потенциала водородных ионов расходуется на синтез АТФ.

Последующие эксперименты, проведенные как самим П. Митчеллом, так и в крупнейших биохимических лабораториях СССР и США, подтвердили основное положение хеми-осмотической гипотезы о том, что окисление и фосфорилирование связаны между собой как два процесса, один из которых образует, а другой использует энергию электрохимического потенциала водородных ионов.

В частности, советскими и американскими учеными показано, что синтез АТФ может поддерживаться в отсутствие окислительной реакции за счет искусственно созданного электрического градиента или градиента pH. Кроме того, этот синтез можно осуществить, используя вместо окислительной реакции транспорт ионов H^+ посредством особого белка — протонного насоса, названного бактериородопсином. И наконец, недавно в лаборатории члена-корреспондента АН СССР В. П. Скулачева удалось прямо зарегистрировать разность электрических потенциалов, генерируемую очищенными ферментами окислительного и фотосинтетического фосфорилирования.

Таким образом, гипотеза П. Митчелла положила начало новому направлению в биологии, которое можно определить как векторную биохимию. Эта наука исследует направленность биохимических реакций в пространстве относительно определенных внутриклеточных ориентиров. Если раньше считалось достаточным проследить путь взаимопревращений веществ на метаболической карте, то теперь ставится новый вопрос, в какую сторону (например, внутрь клетки или наружу) направлен изучаемый процесс.

Золотая медаль имени М. В. Ломоносова

Президиум АН СССР присудил высшую награду Академии наук — Золотую медаль имени М. В. Ломоносова за 1978 г. — профессору А. Р. Тодду (Великобритания) за выдающиеся достижения в области органической химии. А. Тодд — один из крупнейших химиков-органиков современности, основоположник ряда разделов химии природных соединений и биоорганической химии.

После окончания в 1931 г. университета во Франкфурте-на-Майне А. Тодд работал в ряде учебных заведений и научных учреждений. В 1938—1944 гг. он был профессором органической химии и директором химических лабораторий Манчестерского университета, а с 1944 г. по 1971 г. — профессором органической химии Кембриджского университета. С 1965 г. А. Тодд является канцлером Стратклайдского университета (г. Глазго), одного из крупнейших европейских университетов, основанного в 1964 г.

Исследования А. Тодда посвящены, главным образом, химическим веществам, представляющим значительный фармакологический или

биохимический интерес. Им осуществлен синтез и доказаны структуры витамина B_1 (анейрина), витамина Е (токоферола), а также активных составляющих гашиша (марихуаны). Среди наиболее известных работ профессора А. Тодда — синтезы аденозинтрифосфата (1949 г.), флавинадениндинуклеотида и уридинтрифосфата (1954 г.), каждый из которых явился важным этапом в развитии синтетической органической химии. В 1955 г. ученому удалось установить структуру витамина B_{12}. В этих экспериментах был впервые использован новый подход к расшифровке строения сложной молекулы, представляющий собой комбинацию методов органической химии и рентгенокристаллографии. А. Тоддом проведены также фундаментальные исследования ряда алкалоидов, растительных окрашивающих веществ (антоцианов), пигментов насекомых, а также некоторых веществ, продуцируемых плесневыми грибами (хиноны, пуберуловая и стипитатовая кислоты, пенициллин и др)

Основополагающие исследования А. Тодда в области химии нуклеотидов и нуклеиновых кислот, за которые в 1957 г. ученому была присуждена Нобелевская премия по химии, во многом определили развитие современных представлений о сущности жизненных процессов. В работах этого цикла впервые полностью установлена структура и пространственная конфигурация нуклеозидов, нуклеотидов и большого числа коферментов, относящихся к классу несимметричных нуклеозидпирофосфатов. Ученым разработаны методы синтеза соответствующих структур и осуществлены первые синтезы важнейших компонентов живой клетки.

Большое внимание было уделено установлению химических основ функций нуклеотидкоферментов, являющихся основными субстратами многих биосинтетических процессов. В ходе этих исследований А. Тоддом разработаны методы синтеза пиримидинов и пуринов, методы рибозилирования, фосфорилирования, пирофосфатного синтеза и многие другие синтетические пути, далеко выходящие за рамки нуклеотидов и внесшие большой вклад в химию гетероциклических соединений, углеводов и фосфорорганических соединений.

Важнейшим результатом исследований А. Тодда является установление принципов построения дезоксирибонуклеиновых (ДНК) и рибонуклеиновых (РНК) кислот. Эти принципы заложили основы дальнейшего бурного развития биохимии и молекулярной биологии.

Научные заслуги профессора А. Тодда получили широкое международное признание. Он избран иностранным членом Национальной академии наук США, Польской академии наук, Академии наук Ганы, Австрийской академии наук, Индийской национальной академии наук, Австралийской академии наук, Германской академии естествоиспытателей «Леопольдина», Американской академии искусств и наук, Японской академии, а также ряда научных обществ, удостоен многих научных наград.

Много времени посвящает ученый и организационной деятельности. В 1952—1964 гг. А. Тодд — председатель правительственного Консультативного совета по научной политике. В 1960—1962 гг. он был президентом Химического общества Великобритании, а с 1975 г. является президентом Лондонского королевского общества. Профессор А. Тодд последовательно выступает за развитие международного научного сотрудничества, он неоднократно бывал в СССР, поддерживает многолетние научные контакты с рядом советских ученых.

Кинетика промышленных гетерогенно-каталитических реакций

Катализ, являющийся одним из наиболее мощных средств осуществления разнообразных химических превращений, получил очень широкое распространение в химической, нефтехимической и других отраслях промышленности. Большинство реализуемых в промышленности процессов являются гетерогенно-каталитическими, поскольку исходные соединения и продукты реакции находятся в газовой или жидкой фазе, в то время как катализатор представляет собой твердое вещество.

Важное значение имеет изучение закономерностей, определяющих скорости каталитических реакций, т. е. кинетики этих реакций.

Основополагающие исследования в области кинетики гетерогенно-каталитических реакций выполнены в Научно-исследовательском физико-химическом институте имени Л. Я. Карпова доктором химических наук, профессором М. И. Темкиным. Автором разработаны общие теоретические положения, относящиеся к абсолютной скорости гетерогенно-каталитических реакций, кинетике многостадийных реакций и кинетике реакций на неоднородных поверхностях. Им были также развиты методы по учету влияния диффузии веществ-участников на скорость реакции, что важно для практики катализа.

Первым приложением новых теоретических подходов к гетерогенно-каталитическим реакциям явилось уравнение кинетики синтеза аммиака из азота и водорода, установленное в 1938 г. и вошедшее в мировую литературу как уравнение Темкина—Пыжева. Это уравнение служит основой расчетов колонн синтеза аммиака как у нас в стране, так и за рубежом.

Сложную задачу представляло изучение кинетики каталитического окисления этилена в окись этилена, которая используется для получения этиленгликоля и других ценных продуктов. Эта реакция идет одновременно в

сто лет назад

ЕВРОПА. В последнее время в Бристоле сделаны попытки добывать настоящие алмазы химическим путем, и одному химику Баллантабну Ганнэ удалось получить настоящий алмаз, то есть кристаллический углерод. Над разрешением задачи приготовления настоящих алмазов химическим путем работает несколько химиков, и недавно Карл фон Буф взял уже патент на приготовление алмазов; с другой стороны, французы, в лице парижских специалистов Фреми и Фейля, успели приготовить искусственным путем настоящие рубины, изумруды. Недалеко, быть может, то время, когда драгоценные камни, приготовленные в химических лабораториях, сделаются достоянием большинства и прибавят новый лепесток в богатый венок научных побед, знаменующих наш век.

«Еженедельное новое время», № 79, 1880 г.

ПЕТЕРБУРГ. Телеграфная проволока из алюминия. Металл, известный под названием алюминия, вдвое лучший проводник электричества, чем железо, и вследствие его значительной растяжимости из него может быть вытянуто гораздо более проволоки, чем из железа того же веса и проволоки более тонкой. Против употребления алюминия для телеграфов есть одно только обстоятельство — его дороговизна, но теперь уже найдено более дешевое соединение из железа и алюминия, которое может быть растянуто в более тонкие нити, чем одно железо. Для военных переносных телеграфов как лучший проводник и вследствие меньшего веса при перевозке такая проволока должна приобрести большое значение

«Нива», № 3, 1880 г.

двух направлениях, а ее скорость зависит от концентраций двух исходных веществ — кислорода и этилена и трех продуктов взаимодействия — окиси этилена, двуокиси углерода и водяного пара и поэтому не может быть измерена непосредственно традиционными методами.

Для экспериментального исследования кинетики таких сложных реакций особенно полезен предложенный М. И. Темкиным проточно-циркуляционный метод. Этот метод впоследствии нашел широкое применение в научно-исследовательских учреждениях нашей страны и за рубежом. Он пригоден для изучения почти любой газовой гетерогенно-каталитической реакции и позволяет измерять непосредственно скорость реакции в зависимости от парциальных давлений как исходных веществ, так и продуктов их взаимодействия при заданной температуре.

М. И. Темкиным и его сотрудниками детально исследована кинетика ряда важных промышленных гетерогенно-каталитических реакций, установлены механизмы этих реакций и на основе этого даны их кинетические уравнения.

Цикл работ М. И. Темкина по кинетике промышленных гетерогенно-каталитических реакций, явившийся крупным вкладом в теорию гетерогенного катализа и нашедший непосредственное практическое применение при конструировании реакторов и оптимизации технологических процессов на основе расчетов, выполняемых с помощью ЭВМ, удостоен Государственной премии СССР 1978 года.

Системный анализ процессов химической технологии

Президиум АН СССР присудил премию имени Д. И. Менделеева за 1978 г. заведующему кафедрой кибернетики химико-технологических процессов Московского химико-технологического института имени Д. И. Менделеева члену-корреспонденту АН СССР В. В. Кафарову и доценту той же кафедры, кандидату технических наук И. Н. Дорохову за монографию «Системный анализ процессов химической технологии» (М., «Наука», 1976) и серию работ, опубликованных в журнале «Доклады АН СССР».

Отмеченная премией монография представляет изложение теории процессов химической технологии на основе последних достижений химии, физики, кибернетики и прикладной математики. Она явилась результатом многолетних работ авторов над проблемами кибернетики химико-технологических процессов.

В монографии изложены основы нового системного подхода к анализу, расчету и моделированию процессов химической, нефтехимической и микробиологической промышленности. В. В. Кафаров и И. Н. Дорохов выдвинули целый ряд принципиально важных и оригинальных теоретических положений, которые легли в основу нового научного направления — системного анализа химико-технологических процессов.

Впервые с позиций системного анализа сделана четкая математическая формализация и введено обобщающее понятие типового химико-технологического процесса, рассматриваемого, как большая физико-химическая система; определена стратегия анализа и синтеза таких систем и сформулированы принципы построения математического описания отдельного химико-технологического процесса как сложной кибернетической системы. Это новое направление впервые позволило научно обоснованно подойти к рассмотрению таких сложных химико-технологических процессов, как гидродинамические, тепловые и диффузионные явления при адсорбции, дистилляции, экстракции, кристаллизации, а также дало возможность учитывать наложение эффектов химического взаимодействия в многофазных многокомпонентных системах, обрабатываемых в химических реакторах.

В результате удалось количественно описать целый ряд сложных процессов, что позволило по-новому организовать технологию получения различных продуктов с большим экономическим эффектом.

Предложенная авторами методология, основанная на комплексном использовании принципов математического моделирования, математической теории больших систем и возможностей современной вычислительной техники, предоставляет в распоряжение инженера-исследователя, научного работника и проектировщика строгую научно обоснованную стратегию системного исследования и мощный формальный аппарат для автоматизированного решения задач анализа, расчета и проектирования сложных химико-технологических процессов.

Радиохимический способ получения перфторированных соединений

Молекулы широко распространенных в природе углеводородов как с открытой, так и с замкнутой цепью построены из атомов углерода и водорода. Их производные получают замещением одного или нескольких атомов водорода различными функциональными группами. Наличие функциональной группы, в состав которой входит один или несколько гетероатомов — кислород, азот, фосфор, сера и др., определяет принадлежность производных углеводородов к классу органических соединений.

Углеводороды и их производные, в которых весь связанный с углеродом водород замещен на фтор, называют перфторированными соединениями. Эти вещества не встречаются в природе и могут быть получены только синтетическим путем. Замена водорода на фтор придает этим соединениям особые свойства, которые оказались весьма ценными для различных областей современной техники. Высокая электроотрицательность и низкая поляризуемость входящих в их молекулу атомов фтора определяют специфическое поведение перфторированных соединений в ходе химических превращений, их слабое межмолекулярное взаимодействие, высокую термостойкость, а также в ряде случаев физиологическую активность.

Области применения перфторированных соединений весьма многообразны. Благодаря уникальным поверхностно-активным свойствам алифатические перфторуглероды (с открытой цепью) и их производные используются в качестве поверхностно-активных соединений и отделочных веществ для текстильных изделий, кожи, картона и бумаги, с помощью которых удается достигнуть комбинации водо- и маслоотталкивающих свойств.

Незначительные добавки поверхностно-активных веществ на основе перфторированных соединений резко снижают поверхностное натяжение водных растворов и органических растворителей. Они устойчивы к действию горячих концентрированных минеральных кислот, щелочей, сильных окислителей и восстановителей и обладают высокой термостойкостью. Это определяет возможности их использования в гальванотехнике, лакокрасочной промышленности, в бытовой химии, в пожарном деле («легкая вода»), а также в качестве реагентов различного назначения (пенорегуляторы, ингибиторы коррозии, вещества, препятствующие испарению, смазочные материалы и т. д.).

Комплексом ценных свойств обладают перфторалканы (насыщенные перфторуглероды, не имеющие в углеродной цепи двойных или тройных связей). Они негорючи и устойчивы по отношению к действию сильнейших окислителей и восстановителей, обладают низкой диэлектрической проницаемостью, прекрасными электроизоляционными свойствами, низким поверхностным натяжением, хорошей проникающей способностью, высокой плотностью, низкой растворимостью, а также совместимостью почти со всеми другими материалами. Эти свойства позволяют широко использовать перфторалканы в электротехнике, электронике и ядерных энергетических установках в качестве диэлектрических и искрогасящих жидкостей, гидравлических жидкостей и теплоносителей, безопасных хладагентов и специальных растворителей.

Более высокомолекулярные перфторалканы нашли применение в качестве антикоррозионных средств, специальных антифрикционов, модификаторов и пластификаторов.

Однако широкое внедрение реагентов на основе перфторуглеродов и их производных сдерживается тем, что их производство является весьма дорогостоящим. В этом отношении большие перспективы открывает метод, разработанный учеными Академии наук ГДР. В Институте технологии волокон (Дрезден) и Центральном институте органической химии (Берлин) предложен метод получения перфторуглеродов и их производных путем радиохимического разложения политетрафторэтилена (ПТФЭ), являющегося продуктом крупнотоннажного производства.

Воздействие на молекулярные цепи ПТФЭ жесткого гамма- или электронного излучения приводит к расщеплению макромолекул полимера, причем радиохимическая деструкция ПТФЭ не сопровождается процессом сшивки образующихся осколков, как это имеет место в случае других полимерных материалов. Средняя молекулярная масса продуктов деструкции уменьшается по мере увеличения дозы облучения. Применение специальной техники позволяет выводить из зоны реакции продукты с требуемой длиной цепи и, таким образом, защищать их от дальнейшей деструкции.

Деструкция полимерных цепей ПТФЭ под действием облучения приводит к образованию радикалов, которые затем стабилизируются до химически инертных, термически стабильных перфторалканов и высокореакционноспособных перфторалкенов (ненасыщенные перфторуглероды). При этом количество перфторалкенов с внутренней и концевой двойной связью можно варьировать, изменяя условия радиохимического разложения. Полученные таким образом перфторалкены с помощью различных реакций (присоединение, окисление и др.), позволяющих вводить в их молекулы требуемые функциональные группы, превращаются в практически ценные продукты.

Возможности радиохимического метода удается существенно расширить путем введения в зону реакции во время облучения различных реакционноспособных соединений. Образующиеся в результате деструкции ПТФЭ радикалы реагируют с этими соединениями, содержащими те или иные функциональные группы, и образуют перфторированные продукты заданного состава. Эта модификация радиохимического метода позволяет осуществлять одностадийный синтез соединений с неразветвленной углеродной цепью требуемой длины и с различными функциональными группами. Синтез этих соединений существующими химическими методами обычно многостадиен и связан с различными трудностями.

Предложенный немецкими учеными способ получения алифатических перфторуглеродов и их производных радиохимическим разложением ПТФЭ не имеет аналогов в химической науке и практике. Немаловажно отметить, что в качестве исходного сырья для радиохимического получения перфторированных соединений могут быть использованы любые изделия из ПТФЭ: остатки от механической обработки, дефектные и низкосортные партии полимера.

Доклад об этом методе был сделан в сентябре 1978 г. на проходившем в Дрездене (ГДР) семинаре комитета по химической промышленности Европейской экономической комиссии, посвященном вопросам повторного использования высокополимерных отходов.

сто лет назад

АНГЛИЯ. Электрические железные дороги еще не строятся, а уже для них готовы стеклянные шпалы. Впрочем эти шпалы из небьющегося стекла так прочны, что годятся и для тяжеловесных паровых локомотивов. Опыты, произведенные изобретателем Сименсом в Англии, показали, что такая стеклянная шпала, положенная концами своими на опоры, выдерживает тяжесть до 5 тыс. килограммов, т. е. около 250 пудов. Если, таким образом, стеклянные шпалы еще не могут заменить хорошие сосновые шпалы одинакового размера, то они превосходят их долговечностью. Стеклянные шпалы уже уложены под рельсы конно-железной дороги в Стратфорде.

«Еженедельное новое время», № 63, 1880 г.

ВЕНА. Металлизированное дерево. Изобретение это сделано недавно в Вене и после множества произведенных опытов дало блестящие результаты. Дерево насыщается металлическими солями и представляет вследствие этого гладко отполированную поверхность с металлическим блеском; оно становится чрезвычайно крепко и может как нельзя лучше противостоять разрушительному действию воды, огня, разных кислот и прочих влияний. Открытие это может получить весьма широкое и полезное применение при разного рода производствах.

«Природа и охота», № 1, 1880 г.

ПЕТЕРБУРГ. Целлулоид — новейшее открытие науки, именно химии. В короткое время, вследствие своих прекрасных качеств, он обратил на себя всеобщее внимание. Многие, однако, приписывали этому химическому продукту разные вредные свойства и старались удержать публику от употребления украшений и предметов, приготовленных из него. Целлулоид может применяться для технических целей и пригоден для изготовления искусственной кожи. Далее могут быть из него изготовлены предметы для различных потребностей. Гребни, приготовленные из целлулоида, оказываются чрезвычайно прочными и безусловно лучшими, чем гуттаперчевые. Из него с легкостью изготовляются все поделки слоновой кости, малахита, кораллов, перламутра и янтаря.

«Нива», № 11, 1880 г.

Химия тииранов

Тиираны — это трехчленные серосодержащие гетероциклические соединения. Их ближайшими аналогами являются широко изученные α-окиси алкенов (оксираны). Структурная близость этих двух типов трехчленных гетероциклов позволяла надеяться на идентичность их свойств. Однако в действительности тиираны оказались во многом «аномальными» по отношению к своим аналогам.

Сейчас можно с полной уверенностью говорить о том, что тиираны и их производные, которые находятся в самом начале широкого практического использования, имеют большое будущее. В последние годы в связи с совершенствованием процессов очистки нефти и увеличением объема переработки полиметаллических руд увеличиваются отходы в виде элементной серы и ее простых соединений. Химия тииранов открывает неограниченные возможности для использования этих отходов в результате получения на их основе различных органических серосодержащих соединений.

Тиираны представляют интерес для целого ряда химических производств. Так, они уже используются в качестве полупродуктов в синтезе поверхност-

но-активных соединений, антивспенивающих агентов, присадок к смазочным маслам и консистентным смазкам, в качестве антиокислителей, экстрагентов и сорбентов тяжелых металлов. Широкие возможности открывает использование тииранов в химии высокомолекулярных соединений. Наиболее перспективными представляются работы по модификации тииранами полимеров с химически активными группами, полимеризации и сополимеризации тииранов, а также по использованию тииранов в полимерных композициях. Прививка некоторых производных тииранов к целлюлозе, хлопку, декстранам придает этим полимерам водоотталкивающие свойства, повышает их масло- и светоустойчивость.

Тиираны являются весьма перспективными веществами для получения препаратов с мутагенным, бактерицидным, инсектицидным и гербицидным действием. Среди производных тииранов обнаружены противолучевые препараты, вещества с противогемолитическими и гипотензивными свойствами. Тиираны находят применение в качестве компонентов пестицидных композиций.

В 1978 г. в издательстве «Наука» вышла монография академика А. В. Фокина и кандидата химических наук А. Ф. Коломийца «Химия тииранов», в которой впервые в мировой литературе обобщаются экспериментальные данные о трехчленных серосодержащих гетероциклических соединениях.

В монографии А. В. Фокина и А. Ф. Коломийца подробно рассмотрены многообразные методы синтеза тииранов, их строение, а также поведение в реакциях различного типа. Большое внимание уделено обсуждению представлений о природе химических связей тииранового цикла. Надо сказать, что вопросы тонкого электронного строения трехчленных гетероциклов всегда были камнем преткновения для теоретической химии. Авторы монографии рассматривают строение тииранов с позиций классической качественной теории строения органических соединений. Однако учитывая напряженный характер этих соединений, валентная модель, вытекающая из классической теории, дополняется авторами орбитальной моделью. С этих позиций трехчленный гетероцикл представляется в виде диполярной системы атомов (гетероатом и алкеновый фрагмент), связь между которыми осуществляется двумя молекулярными орбиталями «бананоподобного» типа и фронтальными орбиталями в плоскости и вне плоскости цикла.

На основании предложенной модели, которая хорошо согласуется с данными об электромерной природе трехчленного гетероцикла, авторам удалось логично объяснить совокупность физических, физико-химических и спектральных характеристик этих соединений, а также особенности их образования и реакционной способности.

Развитые А. В. Фокиным и А. Ф. Коломийцем новые представления об электронном строении тииранов помогают установить общие закономерности химии трехчленных гетероциклов и наметить теоретические предпосылки дальнейшего развития исследований в этом направлении. Именно этим определяется значение монографии «Химия тииранов» на современном этапе развития химии гетероциклических соединений.

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Тектоника земных недр

В век научно-технической революции геология обогатилась новыми данными, потребовавшими своего теоретического осмысления. Для этого была разработана и осуществляется международная согласованная программа, координирующая и направляющая усилия ученых разных стран, — Геодинамический проект, основная задача которого — выяснение глубинных причин геологических явлений. Работы по проекту ведутся с 1971 г. Геодинамический проект, в реализации которого принимают участие свыше 50 стран, отражает новый этап в изучении недр Земли, для которого характерно повышенное внимание к исследованиям фундаментального плана — общим проблемам строения и развития земного шара, а следовательно, и к познанию общих закономерностей размещения полезных ископаемых.

Как известно, изучение внутреннего строения Земли и ее эволюции — одна из центральных задач современной науки, так как земная кора, подобно водной и воздушной оболочке нашей планеты, является вторичным продуктом эволюции Земли — она тоже «вышла» из недр нашей планеты в течение геологической истории. В связи с этим международная программа Геодинамического проекта предусматривает изучение физических свойств земных недр, процессов в недрах Земли и их связи с тектоникой, современных движений земной коры, корреляции эндогенных процессов, геодинамики обрамлений Тихого океана и Альпийско-Гималайского региона, где наиболее интенсивно выражены тектонические, магматические, сейсмические и другие эндогенные процессы, геодинамики континентальных и океанических рифтов (узких впадин, ограниченных разломами), связи между океаническими и континентальными структурами и других вопросов.

Для подведения итогов исследований, выполненных по Геодинамическому проекту, в октябре 1978 г. в Ленинграде состоялась организованная Советским геофизическим комитетом АН СССР международная сессия Комиссии по Геодинамическому проекту, которая, кроме решения ряда организационных вопросов, провела симпозиум «Взаимодействие астеносферы и литосферы и его роль в тектонических процессах». В сессии приняли участие ведущие ученые из различных стран мира — Австралии, Австрии, Аргентины, Великобритании, ГДР, Индии, Канады, ПНР, СРР, США, Швейцарии, Франции, Японии и СССР.

В настоящее время известно, что литосфера Земли (верхняя жесткая оболочка, включающая земную кору и верхнюю часть мантии мощностью от 50 км под океанами до 200 км под материками) испытывает тектонические движения — вертикальные и горизонтальные, приводящие к поднятиям и опусканиям блоков коры, или к их горизонтальному перемещению. Тектонические движения проявлялись на протяжении всей геологической истории Земли и предопределили различное развитие крупных регионов земной коры.

Под жесткой литосферой расположен слой Земли повышенной текучести (астеносфера), способный к вязкому или пластичному течению под действием относительно малых напряжений. По-видимому, процессы, протекающие в астеносфере, определяют геологическое строение земной коры. Здесь расположены первичные магматические очаги вулканов. Именно в астеносфере происходит частичное плавление и образование базальтовых магм, которые затем по вулканическим каналам и разломам изливаются на поверхность Земли или внедряются в земную кору в виде крупных интрузивных массивов. В астеносфере температуры плавления мантийного вещества наиболее близко подходят к температурам плавления.

Симпозиум в Ленинграде рассмотрел проблему воздействия процессов, протекающих в мантии Земли, в частности в астеносфере, на тектонику земной коры в пределах ныне активного Альпийско-Гималайского пояса, условия образования внутренних морей и строение верхней мантии Земли.

Основное внимание участников сессии было сосредоточено на обсуждении результатов изучения глубинных недр Памиро-Гималайского региона, которое проводилось на международной основе учеными Индии, Италии, Пакистана и СССР. Эти исследования заключались в глубинном сейсмическом зондировании. Впервые на основе международного сотрудничества по единой программе при распределении обязанностей между странами-участницами изучено геофизическими методами глубинное

строение земной коры и верхней мантии крупнейшего региона Земли. Было установлено, что мощность земной коры этого региона достигает 75 км, почти в 2 раза больше, чем на стабильных плитах. Кроме того, было выяснено, что фундаментом структур Памиро-Гималайского региона являются древние (докембрийские) комплексы, обычно лежащие в основании древних щитов. Различные эндогенные режимы в этом регионе отражают пространственную и временную неоднородность теплового поля верхней мантии и обусловлены ее разогреванием или остыванием. Эта эволюция теплового состояния связана с процессом дифференциации Земли, отражающим подъем материала из нижней мантии в верхнюю и затем в кору. Более легкие компоненты недр в виде астенолитов (горячие, богатые газовыми компонентами магматические расплавы) медленно всплывают вверх к подошве литосферы. Кора деформируется под воздействием астенолитов, образуются разломы, вдоль которых активизируются магматические процессы, породы в основании коры претерпевают метаморфические преобразования, развивается определенный режим эндогенных процессов, характеризующийся сейсмичностью, тектоническими явлениями, магматизмом, вулканизмом и рудообразованием.

Следующей проблемой, рассмотренной на сессии, было формирование внутренних морей. Исследования показали, что глубоководные котловины внутренних морей возникли в результате вертикального погружения коры. Черноморская глубоководная впадина глубиной более 6 км сформировалась в позднем миоцене за время менее 10 млн. лет, Южно-Каспийская погрузилась на 10—15 км за последние 4,5 млн. лет, причем ее современная глубоководная котловина обусловлена четвертичным опусканием. Главным образом таким же путем создан современный лик бассейна Средиземного моря.

Один из важных вопросов современной геофизики — проблема строения и развития верхней мантии. Установлено, что процессы, протекающие в ней, оказывают определенное влияние на формирование структур земной коры, на явления магматизма, сейсмичности, распределения полезных ископаемых.

Поверхность Земли расчленена на континенты и океаны, в их пределах выделяются щиты, плиты и геосинклинали, горные цепи, срединно-океанические хребты, глубоководные впадины, рифтовые зоны. В последние годы стало очевидным, что верхняя мантия неоднородна под различными геологическими структурами. Под тектонически активными регионами, такими, как молодые горно-складчатые системы (типа Памиро-Гималайского региона), рифтовые зоны, области перехода от континентов к океану, островные дуги, на глубинах свыше 100 км выделяются мощные астеносферные слои, вещество которых находится в частично расплавленном состоянии. Здесь выделяются также слои с крутым наклоном и высокими значениями скоростей прохождения сейсмических волн, к которым приурочены очаги глубокофокусных землетрясений. Под платформами и океаническими плитами астеносферный слой слабо выражен или вообще отсутствует, верхняя мантия уплотнена, в связи с чем тектонические движения (сейсмичность, магматизм) в этих регионах ослаблены. Было установлено, что, например, между тектонически активной областью перехода от Азиатского континента к Тихому океану и западной частью Тихого океана различие в строении верхней мантии прослеживается до глубин 400—500 км. Между этими двумя областями расположена фокальная зона, в пределах которой в основном сосредоточены очаги землетрясений.

Сессия в Ленинграде отразила прогресс в изучении недр Земли, сделала шаг вперед в познании глубинных причин геологических явлений, отметила необходимость дальнейших исследований по единым программам международных геофизических проектов, способствующих созданию теоретических основ планетарной геологии, более успешному решению вопросов сейсмического и вулканического районирования и прогноза, созданию научной базы металлогении.

Исследования по геохимии Земли

Президиум Академии наук СССР присудил премию имени академика А. П. Виноградова 1978 года (первое присуждение) члену-корреспонденту АН СССР А. И. Тугаринову (посмертно) за цикл работ по геохимии.

А. И. Тугаринов — выдающийся геохимик нашей страны. Его разносторонние исследования в различных областях геохимии и изотопной геологии широко известны и признаны не только советскими, но и зарубежными учеными. А. И. Тугаринову принадлежат фундаментальные труды по докембрийской геохронологии всех материков нашей планеты, по геохимии щелочного метасоматоза (щелочных воздействий на породу), по петрологии и минералогии щелочных пород, по геохимии и физико-химическим проблемам гидротермальных и магматических процессов, по геохронологическим закономерностям докембрийской металлогении.

Исследования, проведенные лично А. И. Тугариновым и под его руководством коллективом сотрудников, позволили уточнить, а в ряде случаев и создать заново схемы расчленения докембрийских отложений ряда древнейших геологических образований Земли (Балтийский, Алданский, Канадский щиты). Закономерным итогом этих исследований явилось создание им геохронологической шкалы докембрия, принятой большинством исследователей, занимающихся изучением докембрийских регионов.

Большое значение для познания закономерностей рудного процесса в истории Земли имеют работы А. И. Тугаринова, посвященные выяснению физико-химических и изотопно-геохимических особенностей эндогенного (внутри Земли) рудообразования. Благодаря этим исследованиям удалось определить физико-химические параметры формирования гидротермальных месторождений некоторых редких элементов, определить источники рудного вещества ряда редкометалльных и полиметаллических месторождений, выделить важнейшие эпохи рудообразования в истории Земли. Геохимическая эволюция изотопов свинца от раннего докембрия до современной эпохи, закономерности распределения в земной коре тория, урана, калия, исследования по выявлению источников рудного вещества — это далеко не полный перечень важнейших проблем изотопной геохимии, в решение которых исследования А. И. Тугаринова внесли значительный вклад. А. И. Тугаринов был заведующим кафедрой геохимии геологического факультета МГУ, где успешно читал курс общей геохимии, на основе которого им издано учебное пособие «Общая геохимия», представляющее собой наиболее систематизированную и полную сводку современных знаний в области геохимии элементов. В книге использована громадная отечественная и зарубежная литература, критически рассмотренная и обобщенная в свете многолетних исследований самого автора.

А. И. Тугаринов был одним из главных помощников академика А. П. Виноградова в организации Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского и заместителем директора этого института. В течение ряда лет он возглавлял Комиссию АН СССР по определению абсолютного возраста геологических формаций и был членом бюро Отделения геологии, геофизики и геохимии АН СССР. Присуждение А. И. Тугаринову премии имени А. П. Виноградова — достойная оценка его вклада в развитие и становление геохимии, одной из важнейших научных дисциплин в системе наук о Земле.

Органическое вещество в океане

Президиум Академии наук СССР присудил премию имени академика И. М. Губкина 1978 года доктору геолого-минералогических наук Е. А. Романкевичу за монографию «Геохимия органического вещества в океане».

В книге на основе системного подхода рассмотрена геохимия всех основных форм органического вещества (ОВ) в океане: взвешенного, донных осадков, ОВ морской и иловой воды. Автор на основании анализа большого нового материала выяснил масштабы и направленность изменения состава ОВ в системе планктон—взвесь—осадки. Полнее, чем раньше, оценено поступление ОВ с суши, дано количественное выражение баланса и общего круговорота ОВ в океане, выявлена закономерность распределения абсолютных масс ОВ в осадках различных структурных зон. Основная роль в биогеохимических процессах, протекающих в океане и океанских осадках, принадлежит организмам и углеродистому, или, как предпочитал говорить Д. И. Менделеев, углеводородистому, органическому веществу. Академик А. П. Виноградов справедливо отмечал: трудно «отделить геохимическую роль живого вещества от геохимической роли органических веществ, образовавшихся после гибели организмов». Изучение роли тех и других и составляет одну из важных задач биогеохимии в широком ее понимании. По мнению члена-корреспондента АН СССР Н. Б. Вассоевича, монография Е. А Романкевича посвящена «в сущности, биогеохимии океана, она является новой вехой в становлении этой научной дисциплины».

Весьма обстоятельное исследование Е. А. Романкевича целиком посвящено океанскому ОВ. О нем сказано все, что на сегодня известно океанологам. Автору удалось преодолеть многие трудности, связанные с недостаточно разработанной биохимической (для организмов) и органогеохимической (для продуктов их распада и химических новообразований) классификациями, а также со сложностью и запутанностью соответствующей терминологии.

Океан — это грандиозная система динамического равновесия между солевым раствором, жидким и твердым стоками с суши, атмосферой, населяющими его организмами, растворенным и взвешенным органическим веществом и донными отложениями. Соотношение между массами этих форм ОВ в Мировом океане весьма любопытно и мало кому известно. Если принять за единицу общую массу $C_{орг}$ в живом веществе океана (составляющую $2{,}8\cdot10^9$ т), то на долю $C_{орг}$ во взвешенном ОВ приходится в 10 раз больше, а в растворенном ОВ — в 650 раз больше ($180\cdot10^{10}$ т)

В монографии Е. А. Романкевича не оставлена без внимания ни одна из таких систем, где ту или иную роль играет живое (биос) или мертвое (некрома) углеродистое органическое вещество. Обстоятельно рассмотрен круговорот ОВ в океане и оценено влияние на этот многогранный процесс биологических, физико-географических и литолого-геохимических факторов. Подробно, шаг за шагом рассмотрены все звенья сложной цепи круговорота ОВ, начиная от порождающих его живых организмов — продуцентов, через пищевой ряд, включающий так называемые консументы и редуценты, обеспечивающие разложение отмерших остатков растений и животных, и кончая захоронением и преобразованием ОВ в донных осадках. Везде, где это только возможно, вводятся мера и число. Балансовая сторона процессов трансформации ОВ всегда в центре внимания автора.

Установленные количественные закономерности изменения состава ОВ позволяют сейчас значительно полнее, чем это было возможно раньше, представить картину сложнейших трансформаций исходных биополимеров, их частичный распад, образование из мономеров геополимеров, приспособленных к существованию в условиях геохимических фаций (комплексов) осадков.

Хорошо охарактеризованы две зоны наиболее ярко выраженных биогеохимических преобразований ОВ в морях и океанах — глубинный и поверхностный слои осадков.

Характеристика труда Е. А. Романкевича не будет полной, если не отметить значение выполненного им биогеохимического исследования для оценки возможности нефте- и газообразования в различных зонах того огромного пространства, которое занимает Мировой океан.

Как известно, по вопросу оценки перспектив нефтегазоносности глубинных частей океанов существуют различные точки зрения. Сведения, содержащиеся в монографии Е А Романкевича, показывают, что до 90% всего органического вещества отлагается в области подводных окраин континента, включая осадки и континентальных склонов. Что же касается абиссальных (наибольших) глубин огромнейшего океанского ложа, то развитые здесь осадки очень бедны ОВ и связывать с ними какие-либо перспективы в отношении открытия залежей нефти не приходится.

Рельеф Сибири

Особенности рельефа оказывают большое влияние на природные условия. Многие черты климата, растительности, почвенного покрова, животного мира и географического ландшафта в целом зависят от рельефа. В своей деятельности люди постоянно сталкиваются с необходимостью его изучения. Проводится ли освоение или мелиорация сельскохозяйственных земель, выбираются ли места для строительства промышленных сооружений, плотин гидростанций, прокладываются ли трассы железных и шоссейных дорог, трубопроводов, линий электропередач — всегда приходится считаться с условиями рельефа

Важно знать не только существующие формы и типы рельефа, надо предвидеть возможные изменения земной поверхности в будущем под влиянием различных процессов. Для многих практических целей необходимо изучать историю форм рельефа с давних геологических периодов. Анализ рельефа и истории его развития — эффективный путь поисков полезных ископаемых Рассыпные месторождения золота, алмазов и других ценных минералов обычно связаны с современной и древней речной сетью, с речными террасами, поскольку речные потоки в течение геологического времени размывали коренные выходы золотоносных пород и аккумулировали тяжелые минералы в аллювиальных террасах. Бокситы, железные руды нередко распространяются на древних поверхностях выравнивания. Тектонические структуры, к которым приурочены залежи нефти, газа, во многих районах находят отражение в формах земной поверхности, и анализ рельефа помогает обнаружить эти месторождения.

Поэтому большое значение для поисков полезных ископаемых, разработки месторождений, строительства предприятий, железнодорожных путей, как, например, Байкало-Амурской магистрали, имеет вышедшая в свет монография сибирских ученых, возглавляемых академиком А. Л. Яншиным, «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока» в 15 томах, отмеченная Государственной премией СССР 1978 года

Проведено фундаментальное исследование рельефа крупнейшего региона Советского Союза. Объект изучения — Западно-Сибирская равнина, плато и плоскогорья Восточной Сибири, горы Дальнего Востока и Северо-Востока Сибири

Морфоструктурными особенностями Западной Сибири являются отдельные крупные возвышенности и низменности, соответствующие поднятиям и прогибам фундамента, они часто бывают наложенными структурами. Геологический анализ рельефа оказался эффективным средством поисков локальных поднятий, ко многим из которых приурочены богатые месторождения нефти и газа. Для определения закономерностей распределения морфоструктур большое значение имело выяснение истории развития рельефа Западной Сибири. Было установлено, что современный рельеф начал образовываться в конце палеогенового — начале неогенового периода (примерно около 25 млн. лет назад), когда аккумулятивная (заполняемая осадочным материалом) равнина поднялась выше уровня моря и на ней стала закладываться речная сеть. Затем последующая геоморфологическая история

состояла из трех этапов: доледниковый этап регрессии (отступления) моря, этап максимального оледенения и трангрессии (ранний — средний плейстоцен) и этап регрессии и оледенений (поздний плейстоцен — голоцен).

Эти процессы обусловили то многообразие форм рельефа, которые наблюдаются в пределах Западно-Сибирской равнины в настоящее время.

Согласно палеогеографическим данным в течение всего палеозоя и в начале мезозоя на Сибирской платформе господствовал прямой рельеф, при котором Енисейский кряж, Анабарский массив соответствовали относительно повышенным участкам поверхности, а Тунгусская синеклиза (пологий прогиб) была понижением, занятым то морскими, то озерными низменными равнинами. Такие соотношения сохранились и в период проявления интенсивного вулканизма (конец перми—триас — начало юры, 230—180 млн. лет назад), когда в пределах Тунгусской синеклизы образовалась трапповая формация мощностью до 2 км. Накопление траппов (магматических пород основного состава в платформенных областях) сопровождалось опусканием земной коры. Перестройка гидрографической сети началась в третичное время и наиболее интенсивно протекала на рубеже неогена и четвертичного периода. В процессе углубления речных долин образовались россыпные месторождения алмазов. Древние россыпи приурочены к триасово-юрской поверхности выравнивания, а в новейшее время при быстром углублении и расширении речных долин за счет размыва древних россыпей образовались аллювиальные (наносные) алмазоносные россыпи.

В создании крупных форм современного рельефа — горных хребтов Сибири — большую роль сыграли не только новейшие (неоген-четвертичные), но и мезозойские движения земной коры. Горы неоднократно подвергались размыву, приводившему к почти полному выравниванию рельефа (пенеплену). Важнейшее значение имеет раннемезозойский пенеплен. В юрское время начался этап мезокайнозойской активизации тектонических движений, с которым связано образование современных морфоструктур. Поздний меловой период и весь палеоген — это время денудационного выравнивания (путем разрушения и переноса) и относительного тектонического покоя, который предшествовал возобновлению движений в неоген-четвертичный период. Эти новейшие движения, превышая мезозойско- палеогеновые по интенсивности, в значительной мере унаследовали их план и направления. Вулканическая деятельность этого периода была связана с резким усилением активности движений земной коры, в частности с раскрытием крупных разломов.

Итак, рельеф поверхности Сибири — результат геологического развития территории. Он включает элементы различного геологического возраста и несет следы разнообразных событий истории Земли — изменений климата, трангрессий и регрессий морей, движений земной коры. В монографии с современных позиций рассматриваются основные проблемы происхождения и возраста рельефа Сибири в целом и по отдельным регионам.

«Невзрывные» источники сейсморазведки и охрана водной среды

Государственная премия СССР 1978 года присуждена большому коллективу геологов, геофизиков и биологов за разработку и промышленное внедрение «невзрывных» сейсмических источников для акваторий, обеспечивающих сохранность окружающей природы.

Проблема охраны морской среды привлекает внимание исследователей сравнительно недавно. Особенно возрос этот интерес в последние годы.

Мировой океан представляет собой огромную кладовую нефти, газа и ценных твердых полезных ископаемых, главным образом хранящихся под его дном. Поэтому в последние годы континентальный рельеф морей и океанов интенсивно подвергается разведке геофизическими методами, основанными на изучении различных физических полей Земли, естественных или созданных искусственно.

Наиболее эффективный и во многих случаях самый точный метод геофизической разведки — сейсмический, использующий энергию искусственного взрыва. При взрыве возникает мощный кратковременный единичный импульс. Это облегчает наблюдение за распространением в среде как самого импульса, так и различных волн, образующихся при его прохождении через границы и неоднородности геологической среды.

Но применение геофизических методов разведки (в первую очередь сейсмического) на морях и в океанах делает необходимым тщательное изучение их вредного воздействия на морскую фауну, с тем чтобы рационально использовать искусственные геофизические поля, не нарушая биологического равновесия в живой природе.

Многочисленные опыты советских ученых на Черном, Азовском, Каспийском и дальневосточных морях, а также в пресноводных водоемах показали, что взрывчатые вещества и на расстоянии поражают ихтиофауну. В первую очередь у рыб повреждается плавательный пузырь, печень, селезенка и многочисленные кровеносные сосуды. Рыбы, у которых нет плавательного пузыря (камбала и другие донные рыбы), более стойки к подводному взрыву. Простейшие, у которых отсутствуют воздушные полости и плотность тела однородна, выдерживают действие мощных взрывов. Бактерии и грибы за счет малых размеров и примерно однородной с окружающей средой плотностью тела еще более стойки к взрывам.

Учитывая то обстоятельство, что взрывные волны значительно поражают рыбу и другие живые организмы, ряд морских площадей Каспийского, Черного и Азовского морей, имеющих рыбохозяйственное значение, были полностью закрыты для сейсморазведочных работ в начале 60-х гг. органами Главрыбвода СССР В других внутренних водоемах страны сейсмические исследования резко ограничены сроками их выполнения.

Перед морскими геофизиками встала задача — создать новые безопасные для ихтиофауны сейсмические источники упругих волн. Одновременно в ряде научно-исследовательских институтов началось планомерное изучение влияния на ихтиофауну всех видов сейсмических источников. Уже на первом этапе исследования велись в контакте с Министерством рыбного хозяйства СССР. Была выяснена связь между массой заряда конденсированных взрывчатых веществ (ВВ) и радиусом как безопасного, так и летального действия взрыва на рыб, позволившая, в свою очередь, через известные формулы для расчета подводного взрыва связать их с параметрами волны (давление, удельный импульс, удельная энергия), действующей на рыбу. Для широкого диапазона зарядов и размеров рыб наиболее удобной оказалась оценка поражающего действия по давлению в волне.

Полученные данные были использованы для формулировки одного из требований к будущему источнику — безопасности для ихтиофауны — в виде предельных значений давлений в возбуждаемой им волне. Из них вытекало, что если безопасность ихтиофауны должна быть достигнута уже на близком расстоянии от источника, то в его зоне давление в волне по сравнению с тем, которое развивается при взрыве заряда, необходимо снизить на 3—4 порядка. Решение этой задачи было найдено путем использования для этой цели других взрывных процессов, например, эффектов физического взрыва — выхлопа сжатого газа в воду при давлении около 100—120 кгс/см^2, электрического разряда в жидкости и некоторых других. В то же время предстояло ответить и на следующие вопросы: будут ли указанные источники пригодны для возбуждения сейсмического сигнала? Какой затраты энергии в этих случаях они потребуют? Насколько технологична могла бы оказаться их эксплуатация в производственных условиях? Ответ на последний вопрос пред-

полагал, что будет выполнено конструирование и изготовление источников, широкое испытание их в производственных условиях, а также сопоставление их сейсмической эффективности с эффективностью взрывов конденсированных взрывчатых веществ.

Сравнение показало, что наиболее перспективны по технологическим показателям и оформлению такие источники, как пневмоизлучатель (ПИ) и установки газовой детонации (УГД). В том случае если их исходная энергия не превышает 10^5 ккал, они обладают бо́льшим сейсмическим КПД, чем взрыв зарядов конденсированного ВВ равной энергии.

Было выяснено также, что при проведении сейсмических наблюдений во всем используемом диапазоне частот потребность морской сейсмической разведки вполне может быть удовлетворена тремя типами источников: пневматическим, взрывом газовых смесей и электрогидравлическим разрядом. В процессе обоснования «невзрывных» источников большое внимание было уделено так называемому эффекту биологического последствия, т. е. выявлению возможности отрицательных последствий. В связи с этим обследовано 7—8 поколений быстроразмножающихся рыб. Оказалось, что здесь отрицательного воздействия на отдельные поколения не возникает.

Экономический эффект от внедрения пневмоисточников составит около 1 млн. руб. в год. Уже в настоящее время с помощью этих источников открыт ряд месторождений нефти и газа.

Плодотворным и эффективным оказалось использование невзрывных источников на реках Сибири. Безопасность для ихтиофауны, высокое качество получаемых материалов, хорошие условия ведения работ для персонала сейсмической партии и более высокая производительность труда — все, вместе взятое, делает новые методы исключительно перспективными.

Опыт и методы экологического мониторинга

В мае 1978 г. в Научном центре биологических исследований АН СССР в г. Пущино на Оке состоялось Всесоюзное совещание, посвященное проблемам охраны окружающей среды. Материалы совещания под общей редакцией члена-корреспондента АН СССР В. А. Ковды вошли в сборник «Опыт и методы экологического мониторинга» (Пущино, 1978 г.).

В нашей стране уже имеется опыт наблюдения за качеством отдельных природных факторов, уровнем их загрязнения. Главная задача ближайшего будущего — обобщение имеющегося отечественного и зарубежного опыта и разработка на этой основе концепции, методики и техники мониторинга окружающей среды. Для этой цели предстоит объединение научных сил многочисленных учреждений как Академии наук СССР, так и других ведомств. Только общенациональная система мониторинга позволит достаточно всесторонне решать проблемы защиты природной среды в СССР. Уже создан Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды СССР. Организована первая очередь так называемых биосферных заповедников, на территории которых созданы и начали свою работу первые станции мониторинга. Заканчивается обеспечение их единой аппаратурой, разработка унифицированной программы действия.

Под экологическим мониторингом (от англ. monitoring — контроль) понимается система регулярных наблюдений за состоянием биосферы и ее реакциями на антропогенные воздействия на разных уровнях организации (экосистема, экорегион, континент, биосфера в целом). По методам и наблюдениям экологический мониторинг разделяется на биологический, геофизический, геохимический. Анализ имеющихся материалов показал, что опыт химического и геофизического контроля за изменением качества природной среды достаточно богат. Биологические методы разработаны в гораздо меньшей степени. Совсем мало разработаны научные основы и принципы организации регональной, национальной и глобальной систем мониторинга. Но такие работы тоже активно ведутся рядом учреждений нашей страны, участвующих в проблеме охраны окружающей среды.

Для размещения станций Глобальной системы мониторинга окружающей среды (ГСМОС) могут быть использованы уже существующая международная сеть наблюдательных станций, гидрологических бассейнов и полигонов. Однако наиболее удачными пунктами их размещения попрежнему можно считать биосферные заповедники, учитывая строго научный подход к выбору местоположения этих природных резерватов. Поэтому станции ГСМОС, размещенные в заповедниках, следует считать наиболее представительными.

Силами одной страны трудно проследить за глобальными перемещениями загрязняющих веществ и соответственно предусмотреть возможные изменения качества среды от источников загрязнения, находящихся за ее пределами. Поэтому каждая страна заинтересована в получении прогнозов континентального и глобального масштаба.

БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА

Новые мембранные биорегуляторы

Ленинской премией 1978 года отмечен цикл работ советских ученых в области биоорганической химии по созданию нового класса мембранных биорегуляторов и исследованию молекулярных основ ионного транспорта через биологические мембраны. Лауреатами стали директор Института биоорганической химии АН СССР им. М. М. Шемякина академик Ю. А. Овчинников и заместитель директора того же института член-корреспондент АН СССР В. Т. Иванов.

Основным объектом исследования служили так называемые пептидные антибиотики — вещества преимущественно бактериального происхождения, обладающие ярко выраженным антимикробным действием. Обширный класс этих соединений обладает способностью взаимодействовать с биологическими мембранами и повышать их проницаемость для отдельных ионов. Некоторые из них получили поэтому название «ионофоры» — переносчики ионов. Важной особенностью многих ионофоров является способность образовывать комплекс предпочтительно с ионами какого-то одного металла. Например, антибиотик валиномицин — специфический переносчик ионов калия.

Понятно, что для изучения молекулярных механизмов действия мембранных биорегуляторов (мембранно-активных комплексонов) необходимо знать их структуру. Выяснение структуры велось с применением двух подходов: синтеза аналогов природных веществ и комплексного использования широкого набора физико-химических методов.

Химический синтез различных производных, отличающихся от природных пептидов отдельными особенностями структуры, важен по следующей причине. Сравнительное изучение свойств ряда таких синтезированных производных сравнение их с природным ионофором позволяет понять функциональную роль отдельных компонентов структуры. Так был проанализирован ряд синтезированных аналогов пептидных ионофоров — энниатин В, валиномицин, грамицидин А.

Комплексное использование таких инструментальных методов анализа структуры пептидов, как ядерный магнитный резонанс, круговой дихроизм, инфракрасные спектры и другие оптические методы, в сочетании с теоретическими расчетами позволило выяснить трехмерную структуру пептида валиномицина и его аналогов и обнаружить, что она может коренным образом изменяться при переходе молекулы ионофора из водного рас-

твора в мембрану и обратно, из мембраны в раствор. При этом молекула как бы «выворачивается» и принимает именно ту коформацию, которая обеспечивает ей (или ее комплексу с переносимым ионом) хорошую растворимость в окружающей ее среде Именно это свойство обеспечивает высокие ионофорные свойства валиномицина и ряда других пептидных антибиотиков.

Установлена большая роль ион-дипольных взаимодействий между ионами и карбонильными группировками пептидов и белков. Было также показано, что ион может транспортироваться через мембрану не только в виде комплекса один ион — один ионофор, но и в виде более сложных образований с отношением числа пептидов к числу ионов 2:1 или 3:2.

Выяснены также новые существенные факты о механизме действия грамицидина А и антитоксина антаманида, который подавляет действие сильных ядов (фаллина В и фаллоидина), имеющихся в бледной поганке.

Полученные данные, а также работы других лабораторий были обобщены в монографии «Мембранно-активные комплексоны», вышедшей в издательстве «Наука» в 1974 г., а также на английском языке в издательстве «Elsevier».

Каково значение этого направления? В теоретическом плане важно это, во-первых, как выяснение механизма действия на мембраны соединений, которые являются одним из основных инструментов при изучении энергопреобразующих и других свойств биомембран Во-вторых, как выявление пространственной структуры ионофорных пептидов, что является существенным заделом на пути к выяснению трехмерной структуры мембранных белков — проблемы, крайне актуальной в настоящее время.

В практическом плане это направление также очень интересно.

Во-первых, в технике на основе мембранных регуляторов созданы ион-избирательные электроды нового типа, которые используются в медицине и биологии, в почвоведении и агрохимии, в некоторых химических производствах.

Во-вторых, мембранные комплексоны могут использоваться как эффективные средства для выведения из организма вредных металлов, в том числе радиоактивных изотопов Вещества, связывающие калий, могут оказаться полезными при лечении некоторых заболеваний глаз, а связывающие кальций — при борьбе с сердечно-сосудистыми заболеваниями

В-третьих, многие из мембранных ионофоров являются высокоэффективными антибиотиками Выяснение механизма их действия, освоение методов синтеза аналогичных веществ трудно переоценить

Немаловажным обстоятельством является и то, что за последние годы сформировалась и продолжает складываться отечественная школа исследователей в области биоорганической химии пептидных антибиотиков-ионофоров, через которую прошли многие молодые ученые, работающие сейчас в Москве и других городах.

**Открытие
и приложение ферментов
рестрикции**

Нобелевская премия в области медицины и физиологии за 1978 г. присуждена американским ученым Д. Натансу (D. Nathans), Г. Смиту (H. Smith) и швейцарскому исследователю В. Арберу (W. Arber) за открытие ферментов рестрикции и их приложения к проблемам молекулярной генетики.

Открытие ферментов рестрикции — природного инструмента для рассечения молекулы ДНК на меньшие по величине фрагменты — дало новый подход к изучению ДНК и механизма функционирования генов. Хотя эти ферменты стали доступными для исследователей лишь в самые последние годы, их применение в генетике уже привело к получению новых и важных результатов, в частности, данных о том, как организованы и как считываются гены высших организмов.

Ферменты рестрикции могут служить для определения порядка генов в хромосоме, для анализа химической структуры генов и для рекомбинации генов химическими средствами Важной сферой применения ферментов рестрикции является анализ функций тех участков ДНК, которые регулируют экспрессию генов (декодирование записанной в генах информации).

Ферменты рестрикции в 60-е гг открыл В. Арбер (ныне профессор биологического центра в Базельском университете). Он изучал известное к тому времени явление — контролируемую клеткой-хозяином рестрикцию бактериофагов (объектом исследования была кишечная палочка *E. coli)* и обнаружил, что этот процесс связан с изменениями структуры ДНК вируса. Складывалось впечатление, что этот процесс нес функцию своего рода барьера против проникновения чужеродного генетического материала Арбер показал, что данное явление протекает при взаимодействии рестрикции и так называемой модификации. Рестрикция связана с разрезанием ДНК, а модификация — с метилированием ДНК, которое предотвращает рестрикцию. Арбер постулировал, что рестрикция и модификация катализируются соответствующими специфическими ферментами Он предположил, что молекулы ДНК имеют особые места, обладающие способностью связывать ферменты обоих типов. Эти места образованы специфическими последовательностями пар оснований. Ферменты действуют здесь либо расщепляя молекулу (рестрикция), либо метилируя ее (модификация).

Фермент рестрикции из бактерии *Haemophilis influenze* открыл и охарактеризовал механизм его действия в 1970 г. Г. Смит. Другие исследователи, работавшие до Смита, предпринимали аналогичные попытки, но безуспешно. Фермент рестрикции из *Haemophilis influenze* разделяет чужеродную ДНК на большие фрагменты размером около 1000 пар оснований, но не трогает ДНК бактерии-хозяина. Смит показал, что все эти фрагменты имеют с обоих концов одни и те же три пары оснований. Это означало, что фермент расщепляет ДНК там, где имеется специфическая последовательность из шести пар оснований, обладающая внутренней симметрией и разрезаемая посередине.

К настоящему времени другие авторы, используя подходы, разработанные Смитом, охарактеризовали ряд других ферментов рестрикции. Сейчас известно более 100 таких ферментов, и в большинстве случаев их действие однотипно: фермент рестрикции «узнает» определенную симметричную последовательность пар оснований и расщепляет ДНК в тех местах, где наблюдается эта последовательность. Различные ферменты узнают разные последовательности и к настоящему времени для исследователей доступен широкий набор таких ферментов. Сейчас Смит работает в отделе микробиологии медицинского факультета Университета им. Дж. Гопкинса (Балтимор).

Третий лауреат — Д. Натанс (директор отдела микробиологии того же факультета) использовал в своих опытах ДНК вируса обезьян SV40. В первом сообщении о них в 1971 г. он показал, что фермент рестрикции, открытый Смитом, расщепляет ДНК SV40 на целый ряд определенных фрагментов. Натанс обсудил и другие возможные приложения ферментов рестрикции к решению генетических вопросов и блестяще предсказал развитие исследований в этом направлении. Двумя годами позже он описал результаты расщепления ДНК SV40 с помощью двух других ферментов рестрикции Затем Натанс собрал вместе фрагменты, обнаруженные при этих трех расщеплениях ДНК, и построил полную генетическую карту ДНК SV40 — первую, полученную химико-энзиматическим методом.

Общий подход, разработанный Натансом на SV40, был использован впоследствии другими учеными для составления карт более сложных дезоксирибонуклеиновых структур. Сам Натанс продолжает выдвигать новые идеи и разрабатывать новые методы для приложения ферментов рестрикции к решению генетических вопросов

Молекулярная организация биологических структур

Постановлением Президиума Академии наук СССР премия имени А. Н. Баха 1978 года присуждена доктору биологических наук Б. Ф. Поглазову (Институт биохимии имени А. Н. Баха АН СССР) — известному исследователю в области молекулярной организации биологических структур, работы которого получили широкое признание в Советском Союзе и за рубежом.

В монографиях Б. Ф. Поглазова обобщены результаты многолетнего изучения им явлений естественной сборки и искусственной реконструкции простейших биологических структур, а также генетической регуляции процессов сборки.

В работе «Закономерности сборки элементарных биологических структур» автор, используя конкретные экспериментальные данные, констатирует, что в основе постройки этих систем лежит принцип самосборки, хотя во многих случаях одной самосборки бывает недостаточно. По мере усложнения собирающейся структуры требуется подключение всех новых дополнительных регулирующих факторов.

Автор доказывает, что важнейшую роль при сборке той или иной биологической структуры играет структурная комплементарность взаимодействующих молекул или их блоков, т е их способность дополнять друг друга. Именно это придает специфичность процессу сборки и всегда сдвигает равновесие в сторону формирования нужного элемента. Более того, автор считает, что в составе живой клетки существуют комплементарно-связанные блоки ферментов и других биополимеров, которые, в свою очередь, комплементарно объединены друг с другом и создают единую взаимосвязанную систему.

Не меньшую значимость представляют работы Б. Ф. Поглазова в области морфогенеза бактериофагов и изучения закономерностей сборки бактериальных жгутиков. Ему впервые удалось разделить частицы Т-четных бактериофагов на составляющие компоненты (это бактериофаги, поражающие кишечную палочку; Т — «тайп», тип; сходные формы обозначаются четными цифрами), изучить их состав, физико-химические свойства и осуществить искусственную реконструкцию отдельных элементов бактериофага. Электронно-микроскопические исследования в сочетании с методами оптической дифракции и кругового дихроизма позволили расшифровать молекулярную организацию ряда структурных компонентов бактериофага и выяснить характер структурных изменений в процессе инъекции ДНК бактерии в клетку хозяина.

Исследования в этой области обобщены Б. Ф. Поглазовым в монографии «Сборка биологических структур», посвященной обзору современных данных и собственных результатов автора, касающихся сборки элементарных клеточных структур различного происхождения и разной сложности. Экспериментальный материал последних лет, приведенный в книге, с достаточной определенностью свидетельствует о значительной интенсификации усилий, направленных на разрешение ряда морфогенетических проблем. Как известно, исследования сборки биологических структур имеют тенденцию к дальнейшему расширению. Уже сейчас ученые располагают данными о механизме постройки вирусных частиц, органелл клетки, комплексных ферментативных систем. В ближайшем будущем исследования сборки отдельных структур соприкоснутся с проблемой целостности живой клетки, которая представляет собой сложный комплекс, составленный из большого числа взаимодействующих структурных компонентов, возникающих в результате строго последовательного процесса.

Золотая медаль и премия имени И. И. Мечникова

Президиум Академии наук СССР присудил золотую медаль имени И. И. Мечникова 1978 года академику М. С Гилярову за серию работ по проблеме «Закономерности и направления филогенеза».

Сравнительный анализ богатейших материалов, полученных автором за последние десятилетия, позволяет детально осветить и проследить пути эволюции членистоногих, протянувшиеся через многие миллионолетия и тесно связанные с неоднократными изменениями природной среды, служившими стимуляторами процесса филогенеза.

Исследования М. С. Гилярова содержат обширные сведения не только по морфологии беспозвоночных на разных этапах их онтогенеза, но и по их физиологии, биохимии, экологии и этологии. Это дает возможность с предельной полнотой восстановить постепенное формирование их современного облика. В частности, детально рассматривается процесс конвергентных (сближающихся) изменений организации, происходящий в неродственных организмах при переходе от водного образа жизни сначала к обитанию во влажном почвенном горизонте, а затем к обитанию на поверхности суши. Явления конвергентности убедительно прослеживаются автором на примере ряда филогенетических ветвей беспозвоночных. Им, в частности, рассматриваются изменения покровов, дыхательной и выделительной систем, путей белкового и пуринового метаболизма и способов осеменения у различных групп членистоногих, относящихся к разным филогенетическим ветвям, при их постепенном переходе к наземному образу жизни.

Автором показано, что длительный



АНГЛИЯ. В вестминстерском аквариуме показывается водолаз Флейс, который в состоянии оставаться под водой пять часов подряд без всякого сообщения с наружным воздухом. Изобретение это может иметь важное значение в применении к подводным работам. Представления Флейса имеют громадный успех. Спускаясь в акварий, он надевает обычный костюм водолазов с той только разницей, что для пребывания своего в воде он не нуждается ни в особо приспособленных трубках, ни в воздушных насосах. Снаряд, посредством которого Флейс может долго оставаться под водой, заключается внутри его одежды. Вся сущность его состоит в том, чтобы химически очищать выдыхаемый воздух и освежать его кислородом.

«Природа и охота», № 5, 1880 г.

ФРАНЦИЯ. В одном из январских заседаний Парижской академии наук академик Дюма сообщил о средстве, при помощи которого глухие получают возможность не только хорошо слышать речь, обращаемую к ним, но даже могут наслаждаться тишайшим пианиссимо хорошего оркестра. Средство это найдено глухим, неким Колладоном, в Женеве и крайне просто: весь аппарат состоит из тонкого листа картона, верхний конец которого берется в зубы, а нижний поддерживается обеими руками. По словам журнала, из которого мы заимствуем это известие, г. Дюма считает это открытие крайне замечательным, жаль только, что французский журнал не сообщает никаких подробностей ни о размере картонного листа, ни о о том, в каком положении следует его держать.

«Еженедельное новое время», № 62, 1880 г.

процесс филогенетических изменений, происходящий при смене водной среды обитания на воздушную, характеризуется совершенно определенной направленностью изменчивости, возникающей в ряде систем органов, и может рассматриваться как одна из важнейших закономерностей формирования животного мира нашей планеты. Автор обоснованно отмечает, что течение филогенеза направляется в первую очередь изменениями в отношениях организма со средой и регулируется по принципу обратной связи.

Работы М. С. Гилярова открывают новую страницу в понимании закономерностей, присущих сложнейшему миру современных членистоногих, составляющих подавляющее большинство представителей животного царства Земли. Выводы, сделанные автором, имеют основополагающее значение в выборе правильных подходов к решению проблемы охраны окружающей среды.

Действительный член Академии медицинских наук СССР Р. В. Петров удостоен премии имени И. И. Мечникова 1978 года за монографию «Иммунология и иммуногенетика». Она посвящена результатам многолетних исследований автора и критическому анализу работ в этой области, проводимых рядом отечественных и зарубежных ученых.

Р. В. Петров принципиально поновому освещает современное состояние иммунологии и многообразие возможностей применения ее достижений в клинической практике. Им рассматриваются также такие фундаментальные вопросы, как Т- и В-системы иммунитета (отличающиеся разными типами лейкоцитов), иммунологическая толерантность (устойчивость), генетический контроль иммунного опыта, концепция иммунологического надзора и др.

В монографии Р. В. Петрова специальное внимание уделено тем сторонам современной теоретической и экспериментальной иммунологии, которые реально могут иметь (или уже имеют) практическую ценность и заслуживают пристального внимания клиницистов. В этом — немалая заслуга автора. В указанном направлении существенный интерес представляют функциональная оценка Т- и В-систем лимфоцитов в клинических условиях, а также врожденные аномалии (иммунодефициты) у детей, аутоиммунное расстройство, иммунология и иммуногенетика опухолей, иммунодепрессивная терапия. Автором сформулирован целый ряд принципиально новых положений, позволяющих наметить пути эффективного лечения многих серьезных заболеваний, возникающих в человеческом организме.

От пырея к пшенице

Лев Николаевич Толстой, увы, не жаловал ботаников. В своей статье «О назначении науки и искусства» он изложил свое мнение о ботаниках непредвзято прямо: «Ботаники нашли клеточку и в клеточках-то протоплазму, и в протоплазме еще что-то, и в той штучке еще что-то. Занятия эти, очевидно, долго не кончатся, потому что им, очевидно, и конца быть не может, и потому ученым некогда заняться тем, что нужно людям. И потому опять, со времен египетской древности и еврейской, когда была уже выведена и пшеница, и чечевица, до нашего времени не прибавилось для пищи народа ни одного растения, кроме картофеля, и то приобретенного не наукой...»

Биология ныне переживает небывалый подъем — это признается всеми. Правда, в наше время, когда говорят о больших надеждах в биологии, то чаще имеют в виду молекулярную биологию, а не ботанику, как-то само собой подразумевая, что молекулярная биология — это раздел с блестящим будущим, а ботаника — наука с блестящим прошлым, но без особых перспектив.

Чрезмерная специализация — удел большинства научных сотрудников. Она сужает кругозор настолько, что иногда специалист чувствует себя на дне, если и не артезианской скважины, то все-таки довольно глубокого колодца, который постоянно углубляется. Где уж тут попытаться заглянуть за горизонт современных знаний!

Ученых, которые, специализируясь в узкой области, одновременно зорко следят за стыками в смежных научных областях и, если нужно, если мелькнет искорка озарения, способны, произведя «коррекцию траектории», перейти на иную орбиту области знания, не так уж много. Среди них известный ботаник, генетик и селекционер Н. В. Цицин

У него все началось в молодые годы с навязчивой идеи создать многолетнюю пшеницу. Посеял разок — и собирай урожай лет 5—10 с одного поля. Заманчиво? Очень. Пшеница — однолетняя культура. Значит, надо подобрать в качестве компонента для скрещивания с ней другой злак, обязательно многолетний.

Какая трава наиболее трудно истребима на поле? Конечно, пырей. Не даром же латинское название этого рода «агропирум» (Agropyrum) произведено от слов «агрос» — поле и «пирум» — огонь, т. е. «огонь полей». Вот с каких позиций исходил саратовский лаборант, а потом младший научный сотрудник Всесоюзного института зернокормового хозяйства.

Чтобы осуществить задуманное, Н. В. Цицин перешел на Омскую зональную сельскохозяйственную опытную станцию. Молодому специалисту пробовать и пробиваться всегда легче подалее от родного гнезда. Действительно, здесь ему удалось организовать лабораторию пшенично-пырейных гибридов. Омск стал стартовой площадкой будущего академика.

Здесь была начата разработка основ отдаленной гибридизации злаков. Впервые в истории селекции Н. В. Цицин получил гибриды от скрещивания пшеницы многих видов с несколькими видами пырея. Позднее он синтезировал неизвестный природе вид пшеницы *Triticum agropyrotriticum* Но главное, со временем начали выходить в производство великолепные сорта пшеницы, построенные на основе геномов пшеницы и пырея — злаков, родственно все же давольно далеких друг от друга.

Коллектив селекционеров, возглавляемый Н. В. Цициным, создал и выпустил в производство сорта пшенично-пырейных озимых гибридов ППГ 1, 186, 599 и яровых Восток и 172 Они заняли сотни тысяч гектаров пашни, о чем мечтает любой селекционер.

Н. В. Цициным были успешно повторены блестящие опыты канадского ботаника Баудена (*Bouden*) по созданию гибридов пшеницы с колосняком (элимусом), начаты работы по гибридизации озимой ржи с пыреем сизым. Легко написать «повторены опыты Баудена». А это было далеко не просто. Ведь для того чтобы получить гибриды первого поколения, Н. В. Цицину потребовалось 10 лет труда! Но зато какие перспективы! Ведь в колосе пшеницы всего до 40—50 зерен, а у колосняка — 700—800! К тому-же колосняк легко противостоит холоду и суховеям

Говорили , что Н В. Цицин — фантазер. Однако не следует забывать, что все величайшие открытия науки сделаны именно фантазерами. Фантазерами были Ньютон, Эйнштейн, Обручев, Николай и Сергей Вавиловы, Ландау...

Разработка оригинальных физиологических и цитогенетических методов при отдаленной гибридизации злаков позволила получить новые разновидности ветвистой мягкой озимой пшеницы, холодо- и жароустойчивые иммунные к грибным заболеваниям формы хлебных культур.

Ну а как же с навязчивой мечтой молодости? Что ж, и здесь после десятилетий упорной работы успех есть. Главное, доказано, что мечта осуществима. А для начала созданы многолетние формы ржи и зернокормовой пшеницы, дающие в первый год за три укоса до 250—300 ц (даже 400) зеленой массы с 1 га и на второй год — до 200 ц. Это, правда, пока зеленая масса, а не зерно. Но уже ясно, что для победы идеи осталось сделать немного. И это будет сделано Н. В. Цициным, а если не им, то его учениками, из уже полученного и существующего материала.

Все это — лишь одна небольшая грань многосторонних интересов

Н. В. Цицина. Между тем он руководитель большого научного коллектива Главного ботанического сада Академии наук СССР. За 38 лет существования сад стал ведущим научно-исследовательским центром страны, разрабатывающим теоретические основы и методы использования и освоения растительных ресурсов страны. Ведутся фундаментальные исследования в области эволюционной физиологии, биохимии, цитологии и эмбриологии растений. Многое сделано для развития ландшафтной архитектуры, одно время, что греха таить, основательно забытой у нас Ныне Главный ботанический сад является координирующим, методическим и научным центром и базой подготовки научных кадров по интродукции растений.

Работы Героя Социалистического Труда академика Н. В. Цицина в области ботаники, генетики и селекции высоко оценены в нашей стране В 1943 г. Н. В. Цицину присуждена Государственная премия СССР, а в 1978 г. за цикл работ по разработке теоретических основ отдаленной гибридизации и созданию новых ценных видов, форм и сортов сельскохозяйственных растений — Ленинская премия.

Проблемы адаптации и стресса

Осенью 1978 г. состоялись два Всесоюзных симпозиума по проблемам адаптации организма. Один из них — «Стресс и адаптация» — был организован в Кишиневе Научным советом АН СССР по комплексным проблемам физиологии человека и животных, Институтом зоологии и физиологии АН Молдавской ССР, Институтом медико-биологических проблем Министерства здравоохранения СССР и Научно-исследовательским институтом нормальной физиологии им. П. К. Анохина. Второй — «Физиологические и клинические проблемы адаптации организма человека и животных к гипоксии, гипертермии, гиподинамии и неспецифические средства восстановления» — был создан в Москве Научным советом АМН СССР по изучению адаптации человека, Министерством высшего и среднего специального образования СССР, Университетом дружбы народов им. Патриса Лумумбы и Всесоюзной федерацией массовой физической культуры и активного отдыха.

Проблема адаптации и стресса привлекает внимание представителей биологии и медицины. Актуальность ее подтверждается созданием специального Научного совета АМН СССР по изучению адаптации человека, а также решением Госкомитета по науке и технике при Совете Министров СССР, Министерства здравоохранения СССР и АМН СССР считать проблему адаптации основной для Сибирского филиала АМН СССР в связи с освоением в Сибири новых мест и миграцией населения в ранее малообитаемые регионы.

Академики АМН СССР П. Д. Горизонтов и В. П. Казначеев, ректор Университета дружбы народов им. П. Лумумбы профессор В. Ф. Станис и директор Института зоологии и физиологии АН МССР Ф. И. Фурдуй подчеркнули в своих докладах, что с развитием проблемы адаптации и стресса связан вопрос сохранения здоровья человека, его высокой трудоспособности и социальной активности, роста его психических и физических возможностей и увеличения максимальной продолжительности его жизни. В наше время нет еще полной ясности в генетических и физических механизмах адаптивных реакций, что затрудняет разработку научных рекомендаций по их оптимальному развитию и научных методов реабилитации (восстановления) нарушенных функций организма при условии срыва адаптации. Освоение широким фронтом новых районов Арктики, Антарктики, тайги, пустынь, подводного и космического пространств определяет и социальную значимость изучения данной проблемы.

С докладом «Некоторые аспекты биологии развития и адаптации человека» на московском симпозиуме выступил председатель Сибирского филиала АМН СССР академик АМН СССР В. П. Казначеев. Он сформулировал ряд проблем, исследование которых должно направленно стимулировать дальнейшее развитие науки. Во- первых, необходимо продолжать изучение возможных отрицательных воздействий кратковременных периодов адаптации на состояние здоровья людей, на репродуктивные процессы и качество потомства, старение и продолжительность активной жизни Во-вторых, всесторонне исследовать человека, его психофизиологические и общебиологические характеристики при многолетнем проживании в условиях, отличных от тех, в которых исторически формировался данный генотип Комплексные клинико-физиологические и экспериментальные работы ученых Сибирского филиала АМН СССР позволили глубоко изучить процессы адаптации человека при переезде его на жительство в районы Крайнего Севера или отдельные зоны Сибири.

Доктор медицинских наук Р. М. Баевский предложил на обсуждение концепцию механизма адаптации организма к неадекватным факторам внешней среды с целью облегчить диагностику и прогнозирование состояний на грани нормы и патологии. Совместно с коллегами ряда научных институтов страны им разработана система массового донозологического обследования и прогнозирования состояния здоровья населения. Она помогает распределять людей по группам в зависимости от их способности адаптироваться к различным воздействиям и выявлять среди практически здоровых лиц таких, у которых адаптационные механизмы находятся в астенизированном (истощенном) состоянии. С помощью предложенных Р. М. Баевским тестов было обследовано около 10 000 человек (студентов, школьников, рабочих и служащих различных предприятий ряда городов страны). Р. М. Баевским показана возможность использования обширного набора вычислительных методов для автоматической обработки данных применительно к оценке степени адаптации Эти методы были эффективно использованы в космической медицине для оценки и прогнозирования состояния здоровья членов экипажей орбитальных станций «Салют».

Последнее десятилетие ознаменовалось значительными успехами в изучении тонких физиологических, биохимических и морфоцитохимических реакций адаптации и стресса. В докладах ученых из научных институтов Москвы, Ленинграда, Киева и институтов Академии наук Молдавской ССР содержится нейрофизиологический анализ центральных механизмов регуляции этих процессов. Детально рассмотрено формирование устойчивых состояний как выражение пластичности нервной системы в онтогенетическом (индивидуальном) развитии организма (с анализом роли медиаторных и эндокринных систем)

На сегодня одна из ключевых задач проблемы адаптации — изыскание путей и средств повышения устойчивости организма к кратковременному и длительному действию экстремальных факторов среды. На симпозиумах в Москве и Кишиневе были предложены новые адаптогены фармакологического действия — это и естественные стимуляторы растительного (кодонопсис ломоносов) и животного (морские беспозвоночные) происхождения, и новые лекарственные препараты. Исследованы способы повышения неспецифической резистентности организма с помощью физических агентов, таких, как магнитное поле, условия высокогорья, электроаэродинамическая и аутогенная тренировки и др.

С большим интересом были заслушаны два сообщения профессора М. А. Уколовой с сотрудниками Л. Х. Гаркави и Е. Б. Квакиной (Научно-исследовательский онкологический институт, Ростов-на-Дону) «О повышении устойчивости к стрессу с помощью физиологических адаптационных реакций тренировки и активации» в Кишиневе и «Использование адаптационных реакций тренировки и активации для неспецифической терапии» в Москве. Авторами экспериментально установлена неиз-

вестная ранее закономерность развития общих неспецифических адаптационных реакций организма на действие факторов внешней и внутренней среды Основной смысл ее в том, что при действии факторов, имеющих слабую (пороговую) или среднюю (умеренную) биологическую активность, в организме возникает комплекс изменений в нейроэндокринной системе и в обмене веществ, который приводит к постепенному (реакция тренировки) или быстрому (реакция активации) повышению его неспецифической резистентности (устойчивости). Указанные реакции вызывались электрическим раздражением гипоталамической области мозга, магнитными полями, нейротропными средствами и биостимуляторами растительного и животного происхождения. В экспериментах на животных с помощью систематического повторения слабых пороговых раздражителей (реакция тренировки) был получен эффект обратного развития опухолей, а с помощью «реакции активации» вызывали полное их рассасывание. Вызывая и поддерживая реакцию активации, удавалось получить рассасывание поверхностных злокачественных новообразований у человека. Вскрытая учеными закономерность дает возможность управлять с помощью дозирования силы воздействия адаптационной реакцией организма и открывает новые перспективы для неспецифической терапии. Теория неспецифических адаптационных реакций организма Л. Х Гаркави, М. А. Уколовой и Е. Б. Квакиной зарегистрирована как открытие.

Результаты работы двух Всесоюзных симпозиумов по проблемам адаптации и стресса представляют собой значительный вклад в теоретическое и практическое их решение.

Новые принципы хирургии глаза

Использование новейших достижений науки и техники привело к коренным изменениям основных направлений в хирургии глаза, определяющих настоящее и в значительной степени будущее этой важнейшей отрасли медицины. В становлении и развитии этих новых направлений — микрохирургии, ультразвуковой хирургии и лазерной хирургии глаза — ведущее значение имели работы академика АМН СССР М. М. Краснова, удостоенные в 1978 г. Ленинской премии.

Разработав основы микрохирургической техники в офтальмологии, он предложил принципиально новые операции, которые с помощью традиционной техники выполнить было невозможно.

Впервые в нашей стране им была осуществлена операция кератопротезирования (вживления искусственной роговицы). Основной недостаток таких операций ранее заключался в постепенном отмирании ткани реципиента вокруг имплантата с последующим его отторжением. М. М. Краснову удалось преодолеть это препятствие с помощью разработанной им методики хондрокератопротезирования сначала он производит реконструкцию и укрепление роговой оболочки реципиента с помощью аутохряща, а затем уже осуществляет вживление имплантата. Эта новая микрохирургическая методика позволила достигнуть стойкого вживания кератопротеза в подавляющем большинстве случаев.

Все шире распространяется разработанная М. М. Красновым оригинальная техника кератомилеза («обтачивания» поверхности роговой оболочки), дающая хорошие и стойкие результаты при лечении высокой близорукости.

Значительный вклад внес М. М. Краснов в реконструктивную хирургию после ранений глаза, создав отдельное направление офтальмохирургии. Восстанавливая с применением методов микрохирургии нормальные анатомические соотношения в глазу, ему удалось существенно повысить зрительные функции глаза, перенесшего травму.

Академиком А. М. Прохоровым и М. М. Красновым была разработана и впервые в мире применена отечественная лазерная установка («холодный лазер») для офтальмохирургии, с помощью которой проводится лечение ряда заболеваний, в частности отслойки сетчатки и глаукомы. Лечение глаукомы с помощью лазера производится амбулаторно и позволяет нормализовать внутриглазное давление и остановить дальнейшее прогрессирование болезни у значительной части больных первичной глаукомой без необходимости в дальнейшем проводить медикаментозное лечение.

Работы М. М. Краснова получили заслуженное признание во всем мире и широко внедрены в практику здравоохранения в нашей стране.

Успехи травматологии и ортопедии

Развитие современной ортопедии и травматологии во многом обязано крупнейшим разработкам советских ученых. Фундаментальные работы по лечению костно-суставного туберкулеза, создание биоэлектрического протеза руки, металлического эндопротеза тазобедренного сустава, разработка метода ультразвуковой резки и сварки костей, метода аллотрансплантации для ликвидации крупных дефектов костей и суставов и ряд других важнейших работ советских ученых вызывают огромный интерес во всем мире.

К революционизирующим крупномасштабным исследованиям последних десятилетий следует отнести и новое научно-практическое направление в травматологии и ортопедии с использованием метода компрессионно-дистракционного остеосинтеза, разработанное нашими отечественными учеными заслуженным врачом РСФСР, заслуженным изобретателем РСФСР, доктором медицинских наук Г. А. Илизаровым и академиком АН Грузинской ССР О. Н. Гудушаури.

Авторы предприняли широкий круг экспериментальных морфологических, биохимических, иммунологических и радиологических исследований и всесторонне обосновали применение методов компрессии (сжатия) и дистракции (растяжения) при лечении многих ортопедических и травматологических заболеваний.

Предложенный ими новый метод лечения больных с повреждениями и заболеваниями опорно-двигательного аппарата включает в себя большое число конкретных методик, применяемых в зависимости от того, в каком месте и какая именно развивается патология.

Авторы изобрели аппараты и инструментарий для компрессионно-дистракционного остеосинтеза, с помощью которых получили замечательные результаты при лечении ложных суставов, переломов и дефектов костей, осложненных и неосложненных инфекцией. Применяя компрессию для артродезирования суставов (их фиксации для обеспечения неподвижности) и дистракцию для удлинения конечностей и при утолщениях кости, они добились успешной ликвидации некоторых деформаций без оперативного вмешательства. Особенно оригинальна разработанная Г. А Илизаровым методика, позволяющая бескровным путем удлинять и исправлять деформации конечностей.

Новый метод лечения позволяет управлять процессом роста кости, сокращать сроки сращения переломов, исправлять измененную форму костей, предупреждать контрактуры суставов от длительной иммобилизации. Применение его при лечении или предупреждении гнойных осложнений в костях открыло совершенно новые перспективы в борьбе с остеомиелитом и другими инфекционными процессами в костной ткани, помогло добиться выздоровления и возвращения к общественно полезной деятельности многих тысяч инвалидов.

Работа Г. А. Илизарова и О. Н. Гудушаури удостоена в 1978 г. Ленинской премии.

Иммунодиагностика рака печени

Хорошо известно, насколько трудна диагностика первичного рака печени, который нелегко отличить от метастатического рака или цирроза печени. Кроме того, клинические симптомы заболевания часто выявляются на по-

следних стадиях его развития. К тому же применяемые методы диагностики весьма тяжелы для больных. В связи с этим ученые многих стран ведут поиски новых методов. Начало плодотворной работы в этом направлении было положено советскими учеными. Понятно, как важна и ценна специфическая диагностика первичного рака печени на основе серологических (на кровяной сыворотке) реакций, предложенная советскими учеными доктором биологических наук Г. И Абелевым и доктором медицинских наук Ю. С. Татариновым.

Серологическая реакция на эти формы рака была разработана на основе многолетних экспериментальных и клинических исследований, проводимых Г. И. Абелевым в Москве и Ю. С. Татариновым в Астрахани Эти работы получили широкое подтверждение не только в нашей стране, но и за рубежом, где этот метод называется реакция Абелева — Татаринова.

Новая реакция основана на том, что клетки злокачественной опухоли печени и эмбриональные опухоли яичка и яичников синтезируют и секретируют в кровь специфический белок — альфа-фетопротеин. В здоровом организме он вырабатывается только во внутриутробный период печенью плода и содержится в большом количестве в его сыворотке крови. У взрослых же ни в крови, ни в органах этот белок не обнаруживается, и его появление строго специфично для указанных форм рака

Изготовление иммунодиагностикума, позволяющего выявлять первичный рак печени и тератобластомы (опухоли яичка и яичников), впервые было осуществлено в нашей стране. В настоящее время его производят во всех промышленно развитых странах. Весьма важна для клиницистов и дифференциальная диагностика опухолей яичка и яичников, помогая отличить тератобластомы от других новообразований той же локализации. Иммунодиагностикум позволяет также оценить эффективность лечения.

За цикл работ «Обнаружение и исследование альфа-фетопротеина при гепатоцеллюлярном раке и эмбриональных тератобластомах и создание иммунологического метода диагностики этих форм злокачественных опухолей», опубликованных в 1963—1975 гг., Г. И. Абелеву и Ю. С. Татаринову присуждена Государственная премия СССР 1978 года.

Метаболизм миокарда

Молекулярная кардиология — новый раздел медицины, в котором методы биохимии, биофизики и физиологии используются для изучения механизма сокращения мышцы сердца (миокарда), механизмов энергетического метаболизма, кальциевой регуляции сокращения и азотистого обмена в клетках сердца.

Комплексные исследования ученых Всесоюзного кардиологического научного центра АМН СССР и Института общей патологии и патологической физиологии АМН СССР показали существование особого внутриклеточного креатинфосфатного пути транспорта энергии от органелл клеток — митохондрий (места образования энергии) к сократительному аппарату клеток миокарда — миофибриллам, благодаря которому энергия силы сокращения сердечной мышцы эффективно регулируется креатином и креатинфосфатом.

В настоящее время известно, что необходимая для нужд сердечной клетки энергия вырабатывается в процессе окисления жирных кислот (в меньшей степени глюкозы) и накапливается в митохондриях в виде энергии концевых фосфатных связей молекул аденозинтрифосфата (АТФ), а затем транспортируется к миофибриллам, где она непосредственно используется в акте сокращения. Ранее считалось, что транспорт энергии представляет собой простой процесс диффузии АТФ из митохондрий к активным центрам в миофибриллах. Однако более детальные исследования транспортировки энергии показали, что в митохондриях сердечных клеток содержится фермент креатинфосфокиназа (КФК), катализирующий обратимую реакцию фосфорилирования креатина за счет АТФ, что приводит к образованию креатинфосфата и аденозиндифосфата (АДФ). В митохондриях сердечных клеток содержится около 30%, а в миофибриллах — около 20% общей клеточной активности КФК. Такой уровень активности фермента достаточен для обеспечения эффективного переноса и использования энергии для сердечного сокращения.

Результаты, полученные авторами, открывают принципиально новые подходы в изучении метаболизма мышечных клеток. Одним из значительных научных приложений этих работ является расшифровка механизмов нарушения сократимости сердца при ишемии и инфаркте миокарда, что предоставляет новые возможности для поиска и создания фармакологических средств, избирательно влияющих на отдельные стадии внутриклеточного транспорта энергии в сердечной мышце и позволяющих целенаправленно управлять сократимостью миокарда.

Выявлен и описан ряд новых механизмов энергетического метаболизма, разработаны методы выделения и изучения функции клеточных мембран, охарактеризованы важные звенья азотистого обмена в миокарде.

За цикл работ по молекулярным и клеточным механизмам функционирования сердечной мышцы в норме и патологии доктора биологических наук В Н. Смирнов, Л. В. Розенштраух, кандидат химических наук В. А. Сакс, кандидат биологических наук Д. О Левицкий и доктор медицинских наук Ф. З. Меерсон удостоены Государственной премии СССР 1978 года.

Комплекс медицинского обеспечения длительных пилотируемых космических полетов

Еще в начале 50-х годов, когда техническая возможность создания космических летательных аппаратов стала очевидной, в Советском Союзе и за рубежом начались экспериментальные исследования, направленные на выяснение возможных изменений в организме под влиянием космического полета. Эти исследования заложили основы космической медицины и биологии как самостоятельной науки.

Было установлено, что наибольшее влияние на человеческий организм может оказать длительное пребывание в условиях отсутствия привычной весовой нагрузки, т. е. в состоянии невесомости. В начале 60-х годов в нашей стране начались систематические исследования, направленные на разработку эффективной системы мероприятий по профилактике неблагоприятных последствий длительного пребывания человека в условиях невесомости.

Результаты лабораторных экспериментов с имитацией действия невесомости на организм человека позволили сформулировать прогноз характера и механизмов развития вероятных функциональных и структурных изменений в организме в ходе длительного космического полета. Одновременно были определены перспективные направления разработки методов и средств профилактики

Основываясь на теоретических предпосылках, подтвержденных экспериментальными данными и результатами осуществленных космических полетов, советские ученые под руководством академика О. Г. Газенко обосновали научный подход к разработке профилактики неблагоприятного воздействия невесомости.

В результате упорной работы коллектива были предложены две группы средств — направленные на профилактику последствий отсутствия весовой нагрузки на опорно-двигательный аппарат и направленные на предупреждение реакций, обусловленных отсутствием гидростатического давления крови в состоянии невесомости.

Разработанный и успешно применяемый на всех орбитальных станциях типа «Салют» комплекс профилактических средств включает в себя как устройства, обеспечивающие проведение физической тренировки в невесомости, тренировочно-нагрузочные костюмы длительного

ношения, вакуумную камеру для создания отрицательного давления над нижней половиной тела, так и послеполетные профилактические костюмы, а также специальные водно-солевые добавки к пищевому рациону, увеличивающие объем циркулируемой крови, которые применяются в конце полета, непосредственно перед спуском.

Одновременно с этим комплексом профилактических средств была разработана программа использования в полете и частных методик по отдельным видам тренировки.

Высокая эффективность комплекса медицинского обеспечения космических полетов была доказана в полетах орбитальных станций «Салют», особенно во время 63-суточного полета космонавтов В. И. Севастьянова и П. И. Климука на «Салюте-4».

За цикл работ по медицинскому обоснованию и внедрению комплекса методов и средств профилактики неблагоприятного влияния невесомости на организм человека, обеспечивающих возможность осуществления длительных пилотируемых космических полетов, академик О. Г. Газенко, доктора медицинских наук А. С. Барер, П. В. Васильев, Л. И. Какурин, И. Д. Пестов, доктор биологических наук А. М. Генин, кандидаты медицинских наук А. В. Еремин, А. А. Липский, летчики-космонавты П. И. Климук и кандидат технических наук В. И. Севастьянов, кандидат биологических наук В. И. Степанцов, старший научный сотрудник Е. П. Тихомиров были удостоены Государственной премии СССР 1978 года

ИСТОРИЯ, АРХЕОЛОГИЯ, ЭТНОГРАФИЯ

Издание документов КПСС

Документы нашей партии — это итог огромной теоретической работы, глубокого изучения социально-политической практики, научного обобщения опыта коммунистического строительства. В них воплощены коллективная мудрость и воля партии, ее политическая линия, содержится конкретная программа действий партии и народа. Партийные документы охватывают весь спектр многообразных явлений жизни страны и международных отношений, ярко отражают роль КПСС — руководящей и направляющей силы советского общества, ядра его политической системы. Концентрируя в себе опыт масс, выражая коренные интересы и чаяния народа, партийные решения несут заряд большой мобилизующей силы, становятся источником созидательной энергии, мощным стимулом к творческому труду

Значительным событием в жизни партии является выпуск каждого тома собрания партийных документов «Коммунистическая партия Советского Союза в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК» (М., Политиздат).

В 1978 г. вышли очередные тома этого издания — одиннадцатый и двенадцатый, подготовленные Институтом марксизма-ленинизма при ЦК КПСС под общей редакцией К. У. Черненко и А. Г. Егорова*

В **одиннадцатый том** включены документы за январь 1972 г — март 1975 г. В этот период партия провела огромную политическую и организаторскую работу по реализации решений XXIV съезда КПСС, по мобилизации творческой энергии трудящихся масс на успешное выполнение заданий девятой пятилетки, осуществила меры, приведшие к позитивным изменениям в международной обстановке.

Из документов тома видно, что, сосредоточивая усилия на обеспечении динамичного развития народного хозяйства, партия решала экономические задачи в едином комплексе с задачами социальными. Особенно большое значение для развития страны имели декабрьские пленумы Центрального Комитета партии 1972, 1973 и 1974 гг., на которых обсуждались проекты годовых народнохозяйственных планов. Постановления пленумов, выступления на них Генерального секретаря Центрального Комитета Л. И. Брежнева вооружали партию и всех трудящихся конкретным анализом актуальных проблем, выдвигали на первый план ключевые задачи, решение которых обеспечивало успех

Советский народ под руководством Коммунистической партии внес в эти годы значительный вклад в создание материально-технической базы коммунизма, в дальнейшее совершенствование социалистических общественных отношений.

Основным содержанием экономического прогресса в развитом социалистическом обществе становится интенсификация общественного производства, повышение его эффективности и качества работы. Решая эту главную задачу, партия перенесла основное внимание на рост производительности труда, более полное использование действующих производственных мощностей, ускорение научно-технического прогресса, повышение отдачи от каждого вложенного в хозяйство рубля, каждой тонны используемого металла, топлива, цемента, удобрений В этом суть поворота в экономической политике, который определил XXIV съезд партии.

Из документов, опубликованных в томе, видно, что важным направлением деятельности партии является последовательное проведение в жизнь мероприятий по дальнейшему развитию сельского хозяйства, разработанных ею, начиная с мартовского (1965 г.) Пленума ЦК. Эти мероприятия включают: создание прочных экономических условий и отношений, стимулирующих рост производительности труда, увеличение капитальных вложений, повышение культуры земледелия и животноводства, специализацию сельскохозяйственного производства, механизацию работ, химизацию и мелиорацию земель

В ряде решений ЦК КПСС проводится линия на неуклонный подъем материального и культурного уровня жизни народа на основе повышения эффективности общественного производства. Постановления ЦК КПСС предусматривают улучшение условий труда и быта советских людей, прогресс здравоохранения, образования, культуры, совершенствование социалистического образа жизни. Забота о человеке неизменно находится в центре внимания партии.

В документах тома прослеживается, как партия, опираясь на динамичное развитие экономики, способствует дальнейшему укреплению ведущей роли рабочего класса, упрочению сотрудничества рабочего класса с колхозным крестьянством и народной интеллигенцией, преодолению существенных различий между городом и деревней, трудом умственным и физическим, укреплению новой исторической общности людей — единого многонационального советского народа

Документы отражают неуклонное возрастание руководящей роли КПСС в советском обществе в связи с усложнением задач и растущими масштабами коммунистического строительства, активную внутреннюю жизнь партии, которая строится на основе ленинских норм и принципов Важную роль во внутренней жизни КПСС сыграл проведенный в 1973—1974 гг. обмен партийных документов. Он явился действенным средством дальнейшего укрепления рядов партии, упрочения ее связей с массами.

Двенадцатый том «КПСС в резолюциях и решениях съездов, конференций и пленумов ЦК» содержит важнейшие документы партии за апрель 1975 г. —декабрь 1977 г.

Этот период, ознаменовавшийся крупными успехами в экономике, социальном развитии, культуре, весьма богат знаменательными событиями в жизни Коммунистической партии и всего советского народа. В конце февраля — начале марта 1976 г. проходил XXV съезд КПСС. В мае 1975 г. советский народ и все про-

* О предыдущих томах этого издания см.: ежегодник «Наука и человечество. 1975», с. 405—408. — Ред.

грессивное человечество торжественно отметили 30-летие Победы в Великой Отечественной войне. В октябре 1977 г. была принята новая Конституция СССР. 60-летие Великой Октябрьской социалистической революции, отмечавшееся в ноябре того же года, стало политическим событием всемирного значения. Советские люди, руководимые Коммунистической партией, успешно завершили осуществление девятой пятилетки и выполнили планы первых лет десятой пятилетки. Совещание по безопасности и сотрудничеству в Европе, в созыве и успехе которого огромную роль сыграла наша страна, приняло в августе 1975 г. Заключительный акт. В июне 1976 г. состоялась Конференция коммунистических и рабочих партий Европы, ставшая важным событием в дальнейшем развитии международного коммунистического движения.

Крупнейшей исторической вехой явился XXV съезд КПСС. Вся работа съезда свидетельствовала о гигантском размахе и глубине революционно-созидательной деятельности Коммунистической партии и трудящихся нашей страны. XXV съезд подвел итоги многогранной деятельности партии за предыдущие годы и развил далее принципиальные установки XXIII и XXIV съездов КПСС по основным вопросам политики партии применительно к грядущему пятилетию и длительной перспективе, определил новые задачи экономического, социально- политического и культурного развития страны, подъема благосостояния советских людей. Съезд дал всесторонний марксистско-ленинский анализ обстановки в мире, выдвинул Программу дальнейшей борьбы за мир и международное сотрудничество, за свободу и независимость народов.

Внутренняя и международная жизнь Советского Союза подтвердила правильность и мудрость решений XXV съезда партии. Задачи, поставленные съездом, получили широкое всенародное одобрение и вызвали огромный международный резонанс.

Документы тома всесторонне раскрывают роль Коммунистической партии как руководящей и направляющей силы советского общества, ее многогранную плодотворную деятельность. Они показывают, что первостепенное внимание партия уделяет вопросам развития экономики — решающему участку борьбы за коммунизм. В томе помещены документы, отражающие важные политические свершения и события в стране за указанный период: материалы XXV съезда, постановления Центрального Комитета КПСС, совместные постановления ЦК и Совета Министров СССР по вопросам осуществления решений XXV съезда в области экономического, социально-культурного развития нашей страны и внешней политики КПСС.

Большую роль в осуществлении экономической политики партии, разработанной XXV съездом КПСС, сыграли декабрьский 1975 г., октябрьский 1976 г. и декабрьский 1977 г. пленумы ЦК. Они сконцентрировали внимание партийных организаций, советских и хозяйственных органов, трудовых коллективов на актуальных политических и экономических проблемах, поставили конкретные задачи и указали наиболее эффективные пути их решения

В ряде постановлений ЦК КПСС, принятых в связи с реализацией решений XXV съезда КПСС, предусматриваются значительные меры по повышению материального благосостояния и культуры трудящихся, идеологической работы, улучшению народного здравоохранения, торговли, бытового обслуживания.

Документы отражают борьбу нашей партии и государства на международной арене за сплочение антиимпериалистических сил, за прочный мир, разрядку, прекращение гонки вооружений, за национальное и социальное освобождение народов, за социализм и коммунизм.

Событием большого политического значения, связанным с реализацией решений XXV съезда КПСС, стало принятие новой Конституции СССР. В новом Основном Законе СССР отражены итоги всей революционно-преобразующей деятельности партии и народа после победы Великого Октября, показаны ясные перспективы коммунистического строительства, получили дальнейшее развитие ленинские принципы народовластия.

Разработка Конституции осуществлялась под непосредственным руководством ЦК КПСС, его Политбюро, Генерального секретаря ЦК КПСС, Председателя Президиума Верховного Совета СССР, Председателя Конституционной комиссии Л. И. Брежнева.

В том включены решения пленумов ЦК КПСС, состоявшихся в мае и октябре 1977 г., на которых обсуждался проект Конституции. По предложению майского пленума ЦК Президиум Верховного Совета СССР вынес проект Конституции на всенародное обсуждение, продолжавшееся около четырех месяцев, в котором приняло участие свыше 140 миллионов человек — более четырех пятых взрослого населения страны. Участники обсуждения одобрили проект. По их предложениям в этот проект были внесены поправки и дополнения. Таким образом, Конституция стала важнейшим документом партии и всего советского народа.

Из материалов тома видно, что партия заботилась о повышении уровня идеологической работы. Усилия партийных организаций направлялись на обеспечение комплексного подхода, предусматривающего единство идейно-политического, трудового и нравственного воспитания трудящихся Эти вопросы освещены в постановлениях ЦК КПСС «Об осуществлении Орским горкомом КПСС комплексного решения вопросов идейно-воспитательной работы» от 15 августа 1977 г., «О повышении роли устной политической агитации в выполнении решений XXV съезда КПСС» и др

Партия проводит большую творческую работу по обобщению теории и практики зрелого социализма, по дальнейшему развитию социалистической демократии, Советского общенародного государства.

Решения Центрального Комитета КПСС свидетельствуют о том, что партия уделяет огромное внимание углублению внутрипартийной демократии, последовательному претворению в жизнь ленинских принципов коллективности руководства, совершенствованию форм и методов работы всех партийных организаций.

Включенное в книгу постановление ЦК «О деятельности Сибирского отделения Академии наук СССР по развитию фундаментальных научных и прикладных исследований» — одно из свидетельств того, что КПСС придает важное значение развертыванию фундаментальных и прикладных исследований во всех областях науки и техники, внедрению достижений научно-технического прогресса в производство.

Многие материалы, напечатанные ранее в изложении или извлечении, приводятся в опубликованных томах полностью. Всем документам предпосланы краткие вводные статьи, которые излагают содержание документа, отмечают его значение.

Единство теории и практики

Сборник «XXV съезд КПСС: единство теории и практики» (Выпуск 2. М., Политиздат, 1978)* хронологически охватывает первую половину 1977 г. Это сравнительно небольшой, но насыщенный важнейшими событиями период жизни нашей партии и Советского государства. Сборник включает статьи и выступления руководящих политических и государственных деятелей нашей страны.

XXV съезд КПСС определил новые исторические рубежи, разработал экономическую, социальную, внешнеполитическую стратегию на ближайшие годы, а по ряду важнейших позиций — на далекую перспективу, подтвердил неизменность линии партии на неуклонное наращивание экономической мощи страны, непрерывное повышение на этой основе материального и культурного уровня со-

* О 1-м выпуске этого сборника см.: ежегодник «Наука и человечество. 1979», с. 351. — Ред.

ветского народа, на совершенствование социально-политических отношений, рост коммунистической сознательности советских людей.

Решение всех этих задач, как показывают материалы сборника, Коммунистическая партия связывает с дальнейшим развитием науки и творческим ее преломлением в практической деятельности партии, всего советского народа. Большое влияние на развитие науки, как и на весь ход социально-экономического развития советского общества, оказали два исторических события· 60-летие Великой Октябрьской социалистической революции, открывшей новую эру в истории человечества — эру перехода к социализму и коммунизму, и принятие новой Конституции СССР

Громадную по объему и многогранную по содержанию научную и практическую работу партия провела в ходе подготовки и всенародного обсуждения проекта новой Конституции СССР, которая призвана была законодательно закрепить завоевания нашего народа, построение развитого социализма.

В статьях и выступлениях руководителей КПСС и Советского государства показана активизация всех сторон деятельности партии: теоретической, политической, организаторской, идейно-воспитательной. На основе опыта, углубленного научного анализа явлений экономической и политической жизни страны, международного положения в них сделан ряд важных теоретических выводов и обобщений, развиты многие идеи XXV съезда КПСС, конкретизированы пути и методы практических решений поставленных съездом экономических, социально-политических и культурных задач.

Важнейшее место в этих материалах заняли проблемы экономической стратегии партии, суть которой состоит в интенсификации общественного производства, в повышении эффективности и качества всей хозяйственной деятельности. Знаменательным итогом реализации этой стратегии явилось то, что за последнее десятилетие экономический потенциал страны удвоился. Добиваясь ускорения экономического развития, партия ориентируется не только на потребности сегодняшнего дня, а смотрит далеко вперед. На отдаленное будущее рассчитаны, например, такие грандиозные планы, как программа строительства БАМа, развития Западной и Восточной Сибири, комплексов Дальнего Востока, где будут созданы новые промышленные и культурные центры, призванные изменить экономический социальный и культурный облик обширных районов страны.

Ряд выступлений, помещенных в сборнике, посвящен теоретическим и политическим вопросам, развитию перспективных отраслей промышленности (энергетической, машиностроительной, химической), упрочению экономического могущества СССР.

Центральный Комитет, его Политбюро, лично Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР товарищ Л И. Брежнев проявляют неустанную заботу о подъеме сельского хозяйства и практической реализации установок и решений съезда в этой области.

В сборнике с большой аргументированностью показывается, что КПСС, приняв на своем XXV съезде всеобъемлющую программу дальнейшего социально- экономического развития советского общества, развернула огромную организаторскую работу по претворению ее в жизнь. Сочетание глубоких теоретических разработок с осуществлением продуманной комплексной системы практических действий, целеустремленность и последовательность в проведении принятого политического курса — важнейшие черты ленинского стиля КПСС и ее Центрального Комитета. Этот стиль в полной мере присущ и деятельности партии в области аграрной политики.

В ряде выступлений и статей, включенных в сборник, отмечается возрастающая роль науки в жизни общества. Все содержание сборника показывает, что Центральный Комитет нашей партии уделяет постоянное внимание развитию советской науки.

Из публикуемых материалов видно, что партия глубоко научно разработала на основе теории марксизма-ленинизма вопросы внешней политики КПСС и международных отношений. В сборнике подчеркивается неизменность и последовательность принципиального курса ленинской партии и Советского государства на дальнейшее укрепление мощи социалистического содружества — оплота мира во всем мире, на поддержку освободительной борьбы народов, на мирное сосуществование стран с различным общественным строем.

Факты и цифры, приведенные в книге, показывают, что наша страна никогда еще не обладала таким огромным экономическим и научно-техническим потенциалом, не была столь прочна и надежна ее обороноспособность.

Неодолимая сила идей коммунизма

В условиях углубляющейся напряженной борьбы на международной арене идей коммунизма и антикоммунизма мировоззрение марксизма-ленинизма одерживает все новые победы. Миллионы людей в различных уголках нашей планеты убеждаются в великой неодолимой жизненной силе идей социализма и коммунизма, несущих предпосылки социального преобразования мира, открывающих трудящимся перспективы завоевания политических прав свободного труда, освобождения от гнета эксплуатации и духовного порабощения.

«Коммунизм и антикоммунизм перед лицом современности» (М., Политиздат, 1978) — так называется книга доктора исторических наук, профессора В. В. Кортунова. В этом исследовании, охватывающем период от Октябрьской революции до наших дней, освещается эволюция идей антикоммунизма, подвергаются критике наиболее «модные» концепции его идеологов.

В свете идеологической борьбы между коммунизмом и антикоммунизмом автор анализирует такие важные проблемы, как изменение социальной и политической структуры нынешнего буржуазного общества, становление новой системы международных отношений, проблемы окружающей среды и т. д. Он убедительно показывает, что на нашей планете формируется новая, коммунистическая цивилизация, преобразующая облик всего мира. Классовые взрывы огромной силы сотрясают цитадели мирового капитализма. Мощный вал национально-освободительной борьбы сметает с лица земли последние бастионы колониализма, весь мир становится иным.

В. В. Кортунов рассматривает идейное противоборство коммунизма и антикоммунизма в трех основных аспектах: 1-й — перегруппировка классовых сил на мировой арене; 2-й — новые явления, характерные для нынешнего этапа общего кризиса капитализма; 3-й — идеологическая борьба, влияющая на перестройку международных отношений.

В первой части книги — «На переломе эпох» — показана огромная революционизирующая сила идей коммунизма, приведшая к победе Великой Октябрьской социалистической революции и построению развитого социалистического общества.

Социальная революция современной эпохи переплелась с научно-технической революцией. Их взаимодействие приводит в движение широчайшие массы трудящихся, ускоряет общественное развитие, выдвигает на авансцену идейной и политической борьбы жгучие вопросы, требующие четких ответов и радикальных решений.

Напряженная и бескомпромиссная идеологическая борьба в наше время — неотъемлемая составная часть классового противоборства капитализма и социализма. Сейчас, отмечает автор, она развертывается прежде всего вокруг теории и практики научного коммунизма. Здесь проходит передняя линия борющихся сил, находится решающий фронт идейных битв, куются морально-политические предпосылки победы пролетариата над буржуазией, социализма над капитализмом.

В книге, охватывающей более чем 60-летний период, автор показывает, что в нашу эпоху революционная

марксистско-ленинская теория испытана всесторонне: как путеводный компас в освободительной борьбе трудящихся, как мощное оружие ниспровержения старого мира угнетения, как рабочий инструмент построения нового, бесклассового общества.

Жизнь показывает, что все новые и новые отряды трудящихся обращаются к марксизму, ищут в нем ответы на насущные вопросы современности, черпают силы и уверенность в борьбе за лучшее будущее, за коммунизм. Задача, некогда поставленная коммунистами, — соединить марксизм с рабочим движением — решается и сегодня. Но теперь, отмечает автор, стоит и более широкая задача: речь идет о соединении революционной теории не только с рабочим движением, но также и с мировым освободительным движением в целом, с силами, которые противостоят империализму, его политике угнетения и агрессии.

Многие извечные вопросы, составляющие смысл многолетней борьбы эксплуатируемых классов за социальную справедливость, находят сегодня свое реальное решение в практике народов, которые встали на путь социалистических преобразований. Для трудящихся же других стран они приобретают невиданную прежде остроту.

Во второй части книги — «Вырождение мирового капитализма» — показана бесперспективность последнего эксплуататорского строя, который уже не может выдвинуть идеи, способные увлечь народные массы. Автор убедительно раскрывает марксистско-ленинское положение о неизбежной гибели капиталистического строя.

Современная научно-техническая революция, развиваясь одновременно в социалистических и капиталистических странах, ведет к противоположным социальным результатам в социалистических странах она служит интересам трудящихся, являясь рычагом создания материально-технической базы коммунизма; в капиталистических — используется прежде всего к прямой выгоде монополий, озабоченных лишь увеличением своих прибылей. В результате могущество капитала растет, а социальные нужды трудящихся остаются неудовлетворенными. Это еще больше обостряет классовые противоречия буржуазного общества и в конечном счете ставит трудящиеся массы перед необходимостью социалистических преобразований.

В третьей части — «Основной вопрос современности» — освещаются идеи борьбы за социальный прогресс, за мир на Земле. Никогда в прошлом ответственность за выбор дальнейших исторических путей развития не была так высока, как теперь. Всеобщий мир или трагедия ядерной войны, широкий простор для социального прогресса или усиление гнета монополий, огромная власть над природой или варварское истребление ее ресурсов и многие другие альтернативы современности стали, как никогда, злободневными, превращаются буквально в вопрос жизни или смерти для миллионов людей. Человечество вплотную подошло теперь к такой критической грани своего развития, за которой следует либо гигантский скачок «из царства необходимости в царство свободы», либо угроза самоистребления.

Автор показывает великую организующую и мобилизующую силу идей коммунизма, которые сплачивают народы СССР, трудящихся мировой социалистической системы, все прогрессивное человечество на продвижение по пути мира и социального прогресса. При этом раскрывается сложность и своеобразие идеологической борьбы между коммунизмом и антикоммунизмом в последней четверти XX в., когда человечество вступило в новый этап развития, характеризующийся становлением в целой группе стран социалистических общественных отношений и одновременно существованием в других странах уже отживших капиталистических, феодальных и даже дофеодальных порядков, когда концентрация огромных материальных ценностей и производственных мощностей в одних районах земного шара сопровождается одновременно нищетой и экономической отсталостью в других; когда наряду с великими достижениями общественной мысли продолжает действовать и совершенствоваться изощренная система духовного порабощения трудящихся, созданная уходящими классами, стремящимися затормозить развитие общественного сознания, увести массы от политики, фальсифицировать и принизить теорию и опыт строительства новой жизни.

На этом фоне автор показывает огромные успехи идей коммунизма, получивших воплощение во многих государствах мира, идущих по пути строительства социализма или избравших путь социалистической ориентации.

В материалах XXV съезда КПСС отмечено, что сознание этой истины поднимает на активную борьбу против империализма — главного носителя угнетения, реакции и агрессии — миллионы людей, которые ныне не только хотят, но и могут реально влиять на развитие общественной жизни

Эта борьба развертывается повсюду, на всех плацдармах классовых битв — в сфере экономики, политики, идеологии. В ее орбите — философские теории, политические институты, моральные нормы, все духовные ценности, которые общественная мысль выработала в прошлом, и то, что несут на арену идеологических сражений различные общественные силы современности. В конечном счете это великое идейное противоборство есть отражение в духовной жизни людей перехода человечества от капитализма к социализму во всемирном масштабе.

В книге показывается, что ни по значимости происходящих перемен, ни по размаху классовых столкновений, ни по напряженности борьбы становление коммунистической формации, начало которому было положено шесть десятилетий назад победой Великой Октябрьской социалистической революции, не сопоставимо ни с каким другим переломом в исторических судьбах человечества.

Очередные тома «Истории второй мировой войны»

Вышли в свет 8-й и 9-й тома 12-томного издания «История второй мировой войны. 1939—1945»*, в которых исследованы политические, военные, социально-экономические и дипломатические события и процессы, происходившие в 1944 г.

8-й том охватывает события с декабря 1943 г. по май 1944 г. На богатом фактическом материале в томе подробно прослеживается, как усилиями народов многих стран при решающей роли советского народа и его армии на этом этапе войны были сорваны планы государств фашистско-милитаристского блока и прежде всего Германии, заключавшиеся в том, чтобы стратегической обороной удержать все захваченные территории, выиграть время для укрепления военной экономики и накопления сил и изменить в последующем ход войны в свою пользу.

Объективно анализируя военные действия на всех фронтах второй мировой войны, авторы показывают, что важнейшее значение в срыве этих расчетов правящих кругов фашистской Германии имело зимне-весеннее наступление Вооруженных Сил СССР Они сокрушили оборону противника почти на всем протяжении восточного фронта, разгромили крупные группировки вражеских войск под Ленинградом и Новгородом, на Правобережной Украине и в Крыму, освободили значительную часть советской территории, вышли к границе с Польшей и Чехословакией, вступили на территорию Румынии и начали освобождение румынского народа от фашизма.

Впервые в исторической литературе полно и убедительно, на документальной основе раскрывается первостепенное значение мощного наступления советских войск зимой и весной 1944 г., которое сорвало попытки гитлеровского командования укрепить оборону и обеспечило исключительно благоприятные условия для

* О предыдущих томах этого издания см.: ежегодник «Наука и человечество. 1975», с. 413; 1976, с. 374; 1977, с. 372; 1978, с. 360. — Ред.

подготовки союзных войск к открытию второго фронта и последующего осуществления десантной операции.

В **9-м томе** освещаются события с июня по декабрь 1944 г. В нем последовательно рассматриваются крупнейшие стратегические операции Вооруженных Сил СССР на всем советско-германском фронте, по-прежнему являвшимся главным фронтом второй мировой войны. В результате победоносного наступления советских войск было завершено изгнание немецко-фашистских захватчиков с территории нашей Родины. Советская Армия при участии национально-освободительного движения освободила от них народы ряда стран Центральной и Юго-Восточной Европы, вывела из войны всех европейских союзников фашистской Германии, создала условия для завершения войны в Европе.

Широкое освещение в томе получили народно-демократические и социалистические революции в странах Центральной и Юго-Восточной Европы. Анализ революционной ситуации в этих странах, данный в томе, показывает, что происшедшие революции были обусловлены назревшими внутренними потребностями общественного развития, необходимостью коренных социально-экономических преобразований. Ведущей силой революционного процесса был рабочий класс во главе с коммунистическими и рабочими партиями. Огромную помощь трудящимся этих стран в осуществлении революционных преобразований оказал Советский Союз, выполнявший великую освободительную миссию.

В томе рассматривается открытие союзниками второго фронта и последующие операции союзных войск в Западной Европе. Авторы отмечают, что открытие второго фронта явилось большой победой всех прогрессивных сил мира и свидетельствовало о том, что принятые на Тегеранской конференции решения о согласовании совместных ударов по врагу стали претворяться в жизнь. Однако второй фронт, вполне обоснованно указывается в томе, был открыт с большим запозданием, когда фашистская Германия уже потерпела тяжелейшие поражения на советско-германском фронте.

Многие страницы в обоих томах отведены рассмотрению хода боевых действий в Италии, Китае, Юго-Восточной Азии, на Тихом океане. Объективное освещение операций, проведенных на всех фронтах в 1944 г., дает возможность сопоставить размах, напряженность и результаты вооруженной борьбы на различных театрах военных действий и сделать правильный вывод о решающей роли Советского Союза в достижении победы над фашистско-милитаристским блоком, высоком уровне советского военного искусства.

В 8-м и 9-м томах, как и в ранее вышедших, обстоятельно раскрывается многогранная деятельность Коммунистической партии Советского Союза по руководству вооруженной борьбой на фронте, всенародной борьбой в тылу врага, экономикой и внешней политикой Советского государства, идеологическим воспитанием советских людей, мобилизацией духовных сил народа и армии на окончательный разгром фашистской Германии. На большом документальном материале показаны массовый героизм советских воинов на фронте, трудовой подвиг рабочего класса, колхозного крестьянства и интеллигенции в тылу.

Много внимания уделено анализу внутриполитического и экономического положения основных стран — участниц войны (СССР, США, Англии, Китая, Германии, Японии). Приведенные в томах материалы убедительно свидетельствуют, что СССР в 1944 г. добился больших успехов во всех ведущих областях экономики, в восстановлении народного хозяйства освобожденных от оккупации областей, в развитии военного производства, что способствовало неуклонному возрастанию превосходства в военной технике над фашистской Германией, промышленное производство которой пошло на убыль.

Представлен обширный материал о процессе развития национально-освободительного движения в странах, оккупированных Германией и Японией, а также в странах фашистского блока, о его прямой связи с ходом борьбы на советско-германском фронте. Победоносное наступление Советской Армии открывало перед народами реальную перспективу освобождения от фашистского ига, служило мощным стимулом усиления сопротивления агрессорам, вдохновляло на борьбу с захватчиками. Оно сыграло решающую роль в ослаблении, а затем и в окончательной ликвидации в этих странах оккупационного режима и внутренней реакции. Хорошо раскрыт интернациональный характер движения Сопротивления, участие в нем различных классов и партий. Богатый фактический материал позволил убедительно показать, что в авангарде борьбы за национальное и социальное освобождение шел рабочий класс, руководимый коммунистическими и рабочими партиями.

Важное место в томах отведено вопросам внешней политики и международных отношений воевавших государств, а также проблемам послевоенного устройства мира. Весьма аргументированно показана ведущая роль Советского Союза в сплочении народов и государств, боровшихся против фашизма, в выработке принципов справедливого, демократического устройства мира после войны. Благодаря активной внешнеполитической деятельности Советского государства происходило упрочение сотрудничества великих держав и всех государств антифашистской коалиции. Потерпели крах расчеты руководителей фашистского блока на ее раскол. Возрастание экономического могущества СССР, его решающие победы над фашистской Германией способствовали дальнейшему росту международного авторитета первой в мире Страны Советов и ее влияния на решение международных проблем.

В томах широко использованы материалы из советских и зарубежных архивов, многочисленные труды советских и зарубежных ученых, что помогло авторским коллективам показать целостную и объективную картину хода второй мировой войны в 1944 г., с марксистско-ленинских позиций осветить и объективно оценить основные военно-политические и другие события, дать убедительную и аргументированную критику той буржуазной исторической литературы, в которой события войны представляются в искаженном свете.

Из истории русского крестьянства

Монография академика **Н. М. Дружинина «Русская деревня на переломе. 1861—1880 гг.»** (М., «Наука», 1978) — это многолетний обобщающий труд, который восполняет большой пробел в изучении сложного периода в истории нашей страны.

Автор анализирует двойственное влияние аграрных реформ 60-х годов XIX в.: с одной стороны, переход от феодальной эксплуатации к свободным договорным отношениям повысил работоспособность крестьян, создал отдельные очаги капиталистического хозяйства и т. д.; с другой — непрерывное сокращение крестьянских наделов, непомерное увеличение денежных повинностей и сохранение феодальных пережитков привели к массовому обеднению крестьянства, закрепив отсталые системы землевладения и примитивную технику сельского хозяйства.

Отличительная черта монографии — комплексный подход к изучаемой проблеме. Автором рассматриваются не только предпосылки, подготовка, содержание и реализация аграрных реформ и их влияние на социально-экономические процессы, протекавшие в 1861—1880 гг. в русской деревне, но и воздействие на развитие деревни правительственной политики по крестьянскому вопросу, реакция деревни на эту политику.

Тщательно проанализирован широчайший круг источников, как опубликованных, но мало изученных, так и не известных исследователям. Эти источники автором разделены на две основные группы: 1-я — правительственные акты—законы, административные распоряжения, которые отра-

жали государственную политику по крестьянскому вопросу, донесения, отчеты о проводимых мерах и положений в деревне, ревизии, акты текущего делопроизводства, издания статистических комитетов и комиссий по обследованию деревень и др.: 2-я — общественные выступления — журналы, газеты, брошюры, книги (например, В. В. Берви-Флеровского, Глеба Успенского, А. Н. Энгельгардта), дневники, воспоминания (например, министра внутренних дел П. А. Валуева). Особое место среди источников занимает земская подворная перепись, так как она проводилась прогрессивными народническими статистиками.

Ярко и убедительно раскрыт Н. М. Дружининым сугубо классовый характер политики правительства, которое старалось сохранить экономические преимущества помещиков. Поновому освещаются уставные грамоты — документы о хозяйственном положении временнообязанных крестьян, о размерах и составе их наделов, о характере и уровне их повинностей. Эти грамоты составлялись владельцами имений (помещиками) или мировыми посредниками, которые, исходя из своих интересов, зачастую давали неточные данные.

Впервые в литературе дается реальная оценка сущности разверстания угодий. Из приведенных фактов видно, что крестьян грабили, отбирая у них лучшие земли, даже удобренные огороды и коноплянники, и переселяли их «на песочки», устраивали чересполосные «ловушки», лишали водопоев и т. д. На этом этапе крестьяне потеряли не меньше, чем при введении уставных грамот.

Третьим видом ограбления крестьян была выкупная операция, т. е. выкуп земельных наделов, растянувшийся на полвека. Перевод крестьян на выкуп начался одновременно с введением уставных грамот. Большая заслуга автора состоит в том, что он вскрыл классовую природу выкупа и на основании точных расчетов показал, что Положения 1861 г. значительно завысили стоимость земли. В результате крестьяне только формально покупали землю, а в действительности это был выкуп феодальных повинностей.

Исследуя крестьянское земледелие, Н. М. Дружинин отметил два важных явления: наличие огромного количества крестьян с наделом ниже минимальной нормы и большую неравномерность распределения земли. На основе точных данных он пришел к выводу, что уже в первые 10-летия после реформы 1861 г. заметно усилилась мелкая сельская буржуазия, ускорилось развитие капиталистических отношений в деревне.

Однако, несмотря на тяжелые условия, крестьяне не чуждались совершенствования орудий труда, улучшения севооборотов, усиления торговых связей. При этом несколько повысилась урожайность по сравнению с дореформенным временем и расширились сторонние заработки. И все же, отмечает автор, «ни расширение запашки, ни аренда и покупка земли, ни сторонние заработки — и сельскохозяйственные, и внеземледельческие — не могли остановить неуклонного процесса разорения русской деревни», появления в ней двух тенденций и борьбы между ними, приводящей к обогащению зажиточной прослойки и обеднению громадного большинства крестьянства.

Конечным итогом этих явлений был социально-политический кризис, который завершился революционной ситуацией 1879—1881 гг. и некоторыми уступками царского правительства.

Монография Н. М. Дружинина «Русская деревня на переломе. 1861—1880 гг.» — выдающееся марксистское исследование по отечественной аграрной истории, значительный вклад в советскую историческую науку.

Коллектив историков-аграрников Ленинградского отделения Института истории СССР АН СССР и Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова под руководством доктора исторических наук А. Л. Шапиро в течение многих лет работает над разрешением различных аспектов аграрной истории северо-запада России XV—XVI вв. Первый том коллективного труда «Аграрная история северо-запада России. Вторая половина XV в. — начало XVI в.» вышел в свет в 1971 г.; второй — «Аграрная история северо-запада России XVI в. Новгородские пятины» — в 1974 г. В 1978 г. опубликован третий том — **«Аграрная история северо-запада России XVI в. Север. Псков. Общие итоги развития северо-запада».** (М., «Наука»); он не только завершил порайонное обследование северо-запада России XV—XVI вв., но и подвел итоги наблюдениям, сделанным по региону в целом.

На протяжении полутора столетий в основном на однотипных источниках (писцовые и переписные книги, веревные книги, платежные и хозяйственные книги, а также многочисленные поземельные акты и другие крестьянские документы) и на определенных территориях у различных социальных категорий крестьянства прослеживается развитие социально-экономических категорий во времени. Статистический метод обработки источниковедческих данных представил в конкретном выражении степень эксплуатации крестьян изучаемого региона, динамику и характер демографических процессов, эволюцию крестьянского землевладения и землепользования, а также экономические возможности крестьянского земледельческого и промыслового хозяйства.

В этом плане особый интерес представляют модели подворных крестьянских бюджетов, цены на сельскохозяйственные и промысловые товары, денежные оценки натуральных повинностей крестьян различных социальных категорий и районов. Сравнительный количественный анализ, применяемый авторами, способствовал выявлению глубоких качественных сдвигов в деревнях северо-западного района. Эти качественные сдвиги, как устанавливает исследование, с одной стороны, оказывали тормозящее влияние и, с другой — способствовали прогрессу.

Усиливающееся крепостное право во всех его проявлениях мешало крестьянскому хозяйству. Развитие товарно-денежных отношений вовлекало крестьянское и владельческое хозяйство в рыночные связи. Расширение производства в сфере феодального хозяйства на деле означало ограничение, а иногда и свертывание его у крестьян. Крестьянская жизнь становилась непрерывной повседневной борьбой, и именно эта борьба служила делу прогресса. Не угасала хозяйственная инициатива крестьян, они выступали на внешнем и внутреннем рынке, их руками осваивались новые земли, благодаря им развивались промыслы, расширялась торговля.

Монография исследователя жизни русского Севера феодальной поры доктора исторических наук **А. И. Копанева «Крестьянство Русского Севера в XVI в.»** (М., «Наука», 1978) — первая крупная работа, посвященная изучению «черносошного» (незакрепощенного) крестьянства северной Руси (Подвинья) XVI в. Открывается новая страница жизни русского крестьянина в обстановке не крепостнической отягощенности и приниженности, а в условиях известной свободы.

Несмотря на то что суровая природа района далеко не способствовала успешному хозяйствованию, в крае шло заметное развитие производительных сил и культуры. Происходили изменения в социальной структуре деревни. Все эти данные впервые дают возможность исследователям говорить о сравнительной общности процессов развития крестьянства как в Западной, так и в Восточной Европе при условиях исключения или даже ослабления крепостнических ограничений.

Социально-экономические процессы во всем их многообразии исследуются автором на источниках, рожденных не в феодальных владельческих канцеляриях, а в самой крестьянской среде, в общинах и волостях.

Перед читателем раскрываются новые специфические черты правового и хозяйственного положения черносошных крестьян Подвинья, выявляются особенности крестьянского землевладения, приводившие к появлению состоятельных товарных хо-

зяйств уже в XVI в Это, в свою очередь, сказывалось на социальной структуре деревни; она становится более контрастной по сравнению с помещичьей.

Автор рассматривает закономерности и особенности эволюции черносошной деревни во всех отраслях хозяйственной жизни — земледелии, живот 'оводстве, промыслах, охоте, бла;одаря чему его новый вывод о том, что возможность проявления хозяйственной инициативы почти на столетие ускоряет процесс развития товарно-денежных отношений в хозяйстве северных крестьян, звучит убедительно.

Общественная жизнь крестьянства Подвинья отличалась активностью, особенно в сфере самоуправления. Разумная организация быта, высокий уровень производственной культуры, народного творчества наглядно демонстрируют возможности свободного пути развития северной деревни, снимают утверждение буржуазной историографии о якобы природной неспособности российского крестьянина к прогрессу.

Обобщенный опыт исследований по теме и особенно новые выводы автора делают книгу необходимой как для научной общественности, так и для широкого круга читателей.

Вехи дружбы народов

Одно из величайших завоеваний Советской власти — осуществление ленинской национальной политики.

Мы с гордостью говорим о расцвете экономики, культуры, духовной жизни всех народов нашего многонационального государства, в том числе и армянского.

Особую роль в исторических судьбах армянского народа сыграла Россия. Этой проблеме посвящена работа академика Академии наук Армянской ССР Ц П. Агаяна «Роль России в исторических судьбах армянского народа» (ответственный редактор академик А. Л Нарочницкий, М., «Наука», 1978), приуроченная к 150-летию присоединения Восточной Армении к России.

В книге исследуются вековые корни дружбы народов Закавказья и зарождение идеи сближения с Россией. На многочисленных исторических фактах и документах автор прослеживает развитие экономических, политических и культурных связей Закавказья и России.

Исследуя многовековую историю армяно-русских отношений, Ц. П. Агаян выделяет четыре периода 1-й — с древнейших времен до присоединения Восточной Армении к России; 2-й — почти весь XIX в ; 3-й — с конца XIX в., когда революционное движение в России вступило в пролетарский этап своего развития, и до победы Советской власти в Армении (1920 г.); 4-й — советские годы

Исторической вехой в судьбе армянского народа было присоединение Восточной Армении к России. Этот прогрессивный акт не только способствовал экономическому, культурному, общественному развитию армянского народа, но и спас его от физического истребления в результате беспрерывных разрушительных нашествий османской Турции и шахского Ирана. Иная судьба постигла ту часть армянского народа, которая осталась на территории Западной Армении, под властью султанской Турции. Она стала жертвой не только социального и национального гнета, но и жестокой физической расправы. Уничтожение армян в 1894—1896 гг. унесло 300 тыс. жизней, в 1909 г. в г. Адан погибло еще около 30 тыс. армян, а в 1915 г. в результате невиданного дотоле в мировой истории геноцида было уничтожено более 1,5 млн. человек.

Сопоставление судеб армян Западной и Восточной Армении со всей очевидностью свидетельствует о великой гуманистической миссии России в исторической судьбе армянского народа.

В борьбе против турецких поработителей армяне объединились со своими древними соседями — азербайджанцами и грузинами. Но в этой борьбе им нужна была могучая поддержка русского государства.

Специальная глава исследования посвящена армянским поселениям в России и их роли в укреплении русско-армянских отношений. Автор с большой тщательностью прослеживает процесс возникновения этих поселений и деятельность отдельных их инициаторов. Эти поселения призваны были еще более укрепить экономические, политические и культурные связи двух народов, подготовить благоприятную почву для осуществления благородной миссии России как освободителя.

8 августа 1801 г. Государственным советом было принято решение о присоединении Грузии к России. Вместе с Грузией к России были присоединены два района Восточной Армении Этот акт вызвал новый подъем освободительного движения армянского народа, живущего на подвластных Персии и Турции территориях

Армяно-русские переговоры о присоединении Армении к России начались еще в конце XVI в., и в дальнейшем армяне неоднократно обращались к России с прошением взять их под свое покровительство. Весной 1827 г. русские войска под командованием генерала И. Ф. Паскевича двинулись по направлению к Эривани. От исхода русско-персидской войны зависела судьба армянского народа: быть или не быть ему под игом Персии. Сознавая это, армяне всячески содействовали русским войскам, проявляя подлинную преданность и мужество. Никакие кровавые злодеяния врага не могли сломить стремление армянского народа к свободе.

1 октября 1827 г. русские войска штурмом взяли крепость Эривань, падение которой во многом определило исход войны. 10 февраля 1828 г. был заключен Туркмачайский мирный договор, имевший историческое значение в жизни народов Закавказья. По этому договору Эриванское и Нахичеванское ханства вошли в состав России. Так все Закавказье оказалось в ее составе.

Присоединение Восточной Армении к России — осуществление заветной мечты армянского народа — ознаменовало новый этап в развитии армянско-русских отношений В лице трудящихся России, и прежде всего русского пролетариата, армянский народ нашел надежного союзника в борьбе за социальное и национальное освобождение. Все последующее развитие армянской общественно-политической жизни шло в едином русле с русской.

Автор подчеркивает роль такого фактора, как вовлечение армянских трудящихся в общероссийское пролетарское движение

«С первых же шагов пролетарского движения в России, — говорил Генеральный секретарь ЦК КПСС Л. И. Брежнев на торжественном заседании ЦК Коммунистической партии Армении и Верховного Совета Армянской ССР, — лучшие сыны армянского народа приняли в нем самое активное участие. Появилась замечательная плеяда революционеров-интернационалистов понимавших неразрывную связь интересов трудового народа Армении с интересами трудящихся масс всех народов России. Связав судьбу своего народа с исторической миссией всего российского пролетариата, с победой социалистической революции в России, они без колебаний вступили на путь, указанный Лениным, стали его учениками, друзьями и соратниками»*.

Книга Ц. П. Агаяна «Роль России в исторических судьбах армянского народа» представляет большой интерес не только для специалистов, но и для широкого круга читателей.

Народная социальная утопия в России

Вышла в свет монография доктора исторических наук А. И. Клибанова «Народная социальная утопия в России. XIX век» (М., «Наука», 1978). Ей предшествовала монография того же автора «Народная социальная утопия. Период феодализма» (М., «Наука», 1977). Этот двухтомный капитальный труд посвящен еще мало разработанной в советской и зарубежной исто-

---

* Л. И. Брежнев. Ленинским курсом. Речи и статьи. Т. 3. М., Политиздат, 1972, с. 168.

риографии теме — народной идеологии в России.

В дореволюционной историографии проблема истории социально-утопических исканий в народе никогда не рассматривалась. После того как советской историографией были изучены процессы, характеризующие историю материального производства и классовой структуры России в их изменениях и сменах за весь дооктябрьский период, появились объективные возможности для научного исследования истории духовной жизни народа, его социально-идейного творчества.

Особенный интерес вызывает вопрос о наличии у народных масс не только идеологии протеста против всех форм классового господства и подчинения, но и о выдвигаемых ими положительных идеалах, их представлениях о том строе общества, государства, формах семьи и брака, который должен сменить строй, основанный на эксплуатации человека человеком, и все его институты. Иначе говоря, являлась ли разработка социальных (в том числе и социалистических) идеалов делом одних выдающихся общественных деятелей и мыслителей — Петрашевского, Герцена, Огарева, народнических идеологов — Чернышевского, Добролюбова, или подспудно шла работа общественной мысли и в среде самого эксплуатируемого народа, и эта работа видимыми, а гораздо чаще невидимыми путями питала умы передовых демократических деятелей России?

Первым ответом на этот вопрос, имеющий фундаментальное значение, явилась книга доктора исторических наук К. В Чистова, обогатившая науку знанием целого жанра народного творчества (К. В. Чистов. Русские народные социально-утопические легенды XVII—XIX вв М., «Наука», 1967).

В монографиях А. И. Клибанова впервые всесторонне рассмотрены социально-утопические идеалы народа. Автор выявляет и изучает исторический процесс, позволяющий проследить эволюцию социальных идеалов народа. При этом оказывается, что примерно с XVI в. народные представления о справедливом общественном строе сопряжены (и чем позднее, тем больше и глубже) с аргументацией философского порядка, которая, как и сами представления о справедливом общественном строе, так или иначе были связаны с религиозными верованиями. Такое явление наблюдалось не только в России, но и во всех странах Запада и Востока в период феодализма. Но, как правило, это были верования, враждебные государственной церкви, — еретические, староверческие, сектантские Под покровами этих верований развивались философские представления пантеистического, деистического, а случалось и материалистического характера

А. И. Клибанов устанавливает на основе комплекса источников наличие у народа еще со времен Киевской Руси идеала Правды как верховной регулятивной идеи, по отношению к которой в народном сознании квалифицировались все основные явления и события окружающей действительности. Этому идеалу Правды народ оставался верен, как показано автором, на протяжении веков русской истории. Но идеал видоизменялся, выражался в большом богатстве конкретных форм по ходу исторического развития. Здесь и Правда «общности имуществ», и Правда «единого общества» (но без общности имуществ), выступающая то в виде проектов гармонического сочетания интересов всех классов общества, то в виде проектов общежития свободных и равных тружеников.

Автор показывает тесное сплетение истории народной социальной утопии с классовой борьбой крестьянства и демократических кругов города, поскольку в качестве идеологов и непосредственных носителей народной утопии, как правило, выступали представители религиозной оппозиции, постольку принципиальное значение имеет устанавливаемый автором факт прямого участия еретиков, староверов, сектантов практически во всех крестьянских войнах и восстаниях XVII—XVIII вв., первой половины и 60-х годов XIX в.

Весьма существенны наблюдения А. И. Клибанова над теми новыми порядками, которые вводили восставшие крестьяне и горожане во временно занятых ими территориях Это значительно пополняет и уточняет понимание тех социально-утопических сочинений народных идеологов, которые автор (как правило, впервые) вводит в научный оборот.

Среди этих сочинений особенно впечатляют радикальностью, глубиной понимания антагонизма между низами и верхами общества мысли, принадлежащие перу беглого солдата Евфимия (1740? — 1792 гг.), оригинальное учение о «новом человеке» и о «святейшем житии на земле» екатеринославских крестьян (1791 г.), изложенное, по мнению автора, не без участия знаменитого русского и украинского мыслителя Г С. Сковороды, сочинение «Благовесть» (1794 г.), прямо связанное со староверческой средой и являющееся своего рода декларацией «третьего сословия» в России

Это сочинение представляет собой отчасти утопию, отчасти общественно-экономический и политический проект. В 1830 г. Ф. Подшивалов — крепостной князя Лобанова-Ростовского выступил с сочинением «Новый Свет и Законы его», за что поплатился (как почти и все его предшественники по народной утопии) многолетним заточением. Сочинение Подшивалова закрепляет светскую тенденцию, наметившуюся еще в «Благовести», хотя оба эти сочинения не без религиозных «довесков», поскольку их авторы были людьми верующими. При всем том эти сочинения («Благовесть», «Новый Свет .») составляют веху в освобождении народной мысли от господства религии.

Сочинение Подшивалова интересно и по его философским, близким к деизму, отчасти и к французскому материализму XVIII в. мотивам, и особенно по критике христианства как религии, помогающей помещикам удерживать в покорности эксплуатируемых.

В 70—80-е годы XIX в. крестьянин Тимофей Бондарев, человек верующий, с еще большей силой выступил против христианской проповеди смирения и вообще против христианства, подвергая критике, дотоле небывалой по глубине, ясности, резкости, строй господства и подчинения, провозглашая всеобщую заповедь труда «собственными руками», осуществление которой приведет общество к соединению в одну «единодушную и единосердечную артель». В своих сочинениях Бондарев обращается за примерами к Библии, пользуется библейскими образами, но в целом развитие его социальной мысли лежит вне религиозной формы сознания

Особенно интересны страницы монографии А. И. Клибанова, которые знакомят с попытками народных идеологов воплотить в практику свои идеалы и создать микрообщества, не знающие эксплуатации и основанные на совокупной собственности на средства производства, кооперировании производственного процесса, пересмотре традиционных норм и форм быта, воспитания, брака и семьи. Это были организации утопического характера, их участь была предрешена в обществе, где господствовал крепостнический строй, развивались в них (неотвратимо) и внутренние противоречия, но с конца XVII в. возникали, рушились и вновь в иных формах и других местах возникали такие организации

Наиболее содержательны характеристики крестьянских «коммунистических» общин (с пресловутыми общинами, которые идеализировали народники, здесь не было ничего общего) на Молочных Водах в начале XIX в., организаций «Общее Упование» крестьянина Михаила Попова (30—50-е годы XIX в.), «Любовь Братства» дьякона Николая Попова (40-е годы XIX в.), «Союзное Братство» крестьянина Ивана Григорьева (50—60-е годы XIX в.)

Во второй половине XIX в. опыты «практического коммунизма» постепенно сходят на нет, а в сочинениях народных утопистов этого времени все больше высветляется демократическое ядро в ущерб утопизму,

что и было закономерно на новом этапе освободительного движения.

Исключительно важно, что автору удалось показать (на богатейшем материале, собранном в архивах Москвы, Ленинграда, Киева, Баку, Тбилиси, Калинина, Минусинска) тысячелетний путь заветной народной думы об обществе, где преодолена эксплуатация человека человеком. Это был жертвенный путь: идеологи народной утопии и ее непосредственные носители подвергались жесточайшим преследованиям со стороны церкви и государства. И несмотря на это, у народа нельзя было отнять его идеал Правды, пресечь попытки «явочным порядком» ввести в жизнь общественный строй, отвечавший этому идеалу.

Вместе с названной выше монографией К. В. Чистова две монографии А. И. Клибанова открывают новый, не известный ранее исторической науке феномен народной социальной утопии в России и прослеживают извилистые пути и разнообразные метаморфозы ее от пролога в древнерусском государстве до эпилога на рубеже XIX—XX вв.

Византийское правовое наследие в древней Руси

Монография доктора исторических наук Я. Н. Щапова «Византийское и южнославянское правовое наследие на Руси в XI—XIII вв.» (М., «Наука», 1978) посвящена изучению важной исторической проблемы — месту византийского церковно-правового наследия в русской истории и касается того времени, когда Русь была связана с Византией в сфере церковной организации, идеологии и культуры. Эта проблема в дореволюционной науке решалась в духе официального православия с признанием решающего значения византийских образцов для формирования общественно-политической мысли, церковно-государственных отношений и культуры Древней Руси. При этом сохранение в древнерусской письменности большого числа памятников византийского права рассматривалось как свидетельство господства византийских норм в различных областях общественной жизни страны. Проблема актуальна и в плане изучения истории славянских стран Восточной и Юго-Восточной Европы, миновавших рабовладельческую формацию в своем развитии и перешедших от первобытно-общинного строя к феодализму.

Я. Н. Щапов строит свою работу на комплексном изучении византийских сборников права — номоканонов, или кормчих книг, и значения их на Руси и в славянских странах. В результате исследования около 180 рукописей XI—XVIII вв., хранящихся в СССР, Польше, Румынии, Югославии, автором выявлены их ранние редакции, возникшие на славянской почве в X—XIII вв. и явившиеся основой многих позднейших, более известных обработок кормчих книг.

Древнейшим славянским сборником церковного права была Древнеславянская кормчая 14 титулов без толкований, перевод которого осуществлен после 912 г. в Болгарии. Автор считает, что нет оснований полагать, как это делалось в ранее вышедших работах, что для перевода греческого текста на древнеславянский из Византии в Болгарию был послан дефектный экземпляр кормчей, в котором умалялись права славянского князя. Кормчая стала известна на Руси в XI в. и в течение XII—XIII вв., претерпела здесь несколько обработок с целью приспособления ее к местным условиям. Во второй половине XV в. — начале XVI в. кормчая использовалась в идеологической борьбе с ересями Феодосия Косого и Матвея Башкина.

В монографии показано, что кормчая Сербской редакции была создана на Афоне еще в XII в. с участием русских переводчиков и получила распространение в Сербии благодаря архиепископу Савве. Многочисленные (более 25) русские списки восходят к тексту, который был выписан на Руси из Болгарии в 1262 г. Потребность в новом тексте кормчей вызывалась не только гибелью большого числа русских книг при монгольском нашествии, но и важной ролью русской церкви во время ордынского ига и заинтересованностью ее в получении обновленных кодексов права в лучших переводах, снабженных комментариями юристов XII в. На Руси Сербская кормчая использовалась для создания местной Русской редакции, но сохраняла и самостоятельное значение для православной и униатской церковной организации на территории Литовского великого княжества и Речи Посполитой.

Основное внимание в книге уделено истории создания и значению Русской редакции кормчей, возникшей в результате компиляции двух ранних редакций с правилами киевских и новгородских иерархов, «Русской Правдой» и княжескими уставами. Ее подготовка началась в Киеве в 1270-х годах и продолжалась в Северо-Восточной Руси, а затем во многих феодальных центрах. При создании этой кормчей была проведена большая работа, по типу аналогичная подготовке летописных сводов.

Автор выделяет три периода в истории кормчих на Руси до XIV в.

Первый период охватывает XI в. и часть XII в. Возникновение и развитие на Руси государственной церковной организации с системой епископий и церковной юрисдикции создавали предпосылки для использования сборников права древних классовых обществ. Однако различие в структуре и путях становления раннефеодального общественного строя, который возник в результате эволюции высших ступеней первобытнообщинного строя на Руси, и феодального общества, вышедшего из развитого рабовладения в Византии, не могло сделать эти сборники действующими кодексами, хотя и патриархальное рабство, и достижения античной культуры на Руси были хорошо известны. Системы церковного права на Руси и в Византии, при их феодальной и христианской общности, значительно различались. Древнерусское церковное право с самого начала было тесно связано с нормами светского, общинного и княжеского права (система материальной компенсации, неизвестная в Византии), а церковная юрисдикция охватывала области права и социальные группы, которые не входили в эту юрисдикцию в Византии. Таким образом, в этот период происходило лишь ознакомление русских церковных иерархов с византийскими сборниками права.

Второй период (XII в. — середина XIII в.) связан со значительным развитием феодальных отношений, ростом церковной земельной собственности, усилением отдельных феодальных земель. К этому периоду относятся первые опыты переработки и рецепции (т. е. приспособления для пользования) византийских сборников — создания русских их версий. Одновременно в русских памятниках права появляются отдельные византийские нормы, не противоречившие местной системе права.

Третий период связан с восстановлением письменной и правовой традиций в 1260—1270-х годах и созданием Русской редакции кормчей, соединившей лучшее из предшествующих редакций с правилами русских иерархов XI—XIII вв. В республиканском Новгороде конца XIII в., где с ослаблением власти князя усилился авторитет местного главы церкви и его юрисдикция распространилась на ряд светских дел, в кормчую была включена Пространная «Русская Правда» — важнейший светский кодекс права, сложившийся в XII в. — начале XIII в.*.

Исследование снабжено историографическим обзором темы, описанием изучаемых списков кормчих книг, генеалогическими схемами текстов и другим аппаратом.

Россия и национально-освободительная борьба на Балканах

В 1978 г. исполнилось 100 лет со времени освобождения балканских

* Об изучении «Русской Правды» см. статью Л. В. Черепнина «Отечественная медиевистика: некоторые вопросы источниковедения» в ежегоднике «Наука и человечество. 1978». — Ред.

народов от пятивекового османского ига. Этому знаменательному событию посвящено юбилейное документальное издание «Россия и национально-освободительная борьба на Балканах. 1875—1878 гг.» (М., «Наука», 1978), подготовленное коллективом сотрудников Института истории СССР АН СССР под редакцией академика А. Л. Нарочницкого.

Опубликованные документы освещают роль России в национально-освободительной борьбе балканских народов в период восточного кризиса 70-х годов XIX в.

В сборнике помещено 315 документов, выявленных в советских архивохранилищах и русской периодической печати того времени. Среди них документы правительственных органов, общественных организаций, деятелей общественного движения, науки и культуры России и балканских стран.

Все эти материалы убедительно свидетельствуют о том, что политика царизма, преследовавшего цели укрепления на Балканах своего влияния, объективно отвечала задачам национально-освободительного движения балканских народов, поскольку ослабляла, ограничивала и ликвидировала османское владычество на Балканах. Поэтому русско-турецкая война, начавшаяся в 1877 г., несмотря на реакционность царизма, имела прогрессивное значение и обусловила поддержку широких масс населения России.

Большой интерес представляют документы, исходящие непосредственно от трудовых слоев населения — рабочих, крестьян. Они свидетельствуют о горячем сочувствии народных масс России национально-освободительной борьбе братских народов, отражают искреннее, бескорыстное стремление помочь им. Источники показывают, что общественность России решительно выступала за активизацию действий правительства в защиту балканских народов.

В сборнике публикуются обращения и письма представителей народов Балканского полуострова — болгар, сербов, черногорцев и других — с просьбой об оказании им помощи в борьбе против поработителей-османов и с выражением горячей благодарности России и русскому народу. Некоторые из подобных обращений содержат подписи тысяч людей, как, например, обращение населения Восточной Румелии к русскому правительству с благодарностью за освобождение Болгарии, которое подписали 1500 человек.

Документы издания всесторонне раскрывают различные формы помощи России национально-освободительному движению балканских народов на всех этапах восточного кризиса 70-х годов. Это — и дипломатические усилия русского правительства, пытавшегося первоначально разрешить возникший кризис мирным путем, и помощь русской общественности, выражавшаяся в сборе денежных и вещевых пожертвований, отправке на Балканы санитарных отрядов, и добровольческое движение, в котором приняли участие в первую очередь представители прогрессивной России.

Публикуемые документы отражают помощь и участие в борьбе за освобождение балканских народов выдающихся деятелей культуры, науки, общественного движения — художников В. В. Верещагина, И. К. Айвазовского, врачей Н. В. Склифосовского, Н. И. Пирогова, революционеров С. М. Кравчинского, Н. К. Судзиловского и многих других.

Большое количество документов посвящено героическим подвигам русских солдат в период русско-турецкой войны 1877—1878 гг., возникновению боевого содружества русского и балканских народов. Многие источники говорят о помощи, которую оказывало мирное болгарское население русской армии при прокладке дорог, строительстве укреплений и других работах.

Хотя сборник носит научно-популярный характер и предназначен в первую очередь для широкого читателя, он представляет большой интерес и для исследователей, во-первых, в силу наличия множества новых, впервые публикуемых документов (они составляют большинство в издании), во-вторых, в силу более полного и глубокого освещения многих вопросов.

Так, в сборнике впервые с достаточной полнотой представлена позиция русской прессы различных направлений, выражавшей мнение разных общественных кругов и группировок по балканскому вопросу. Приведены новые важные данные о широких размерах правительственной и общественной помощи балканским народам. Показаны меры по укреплению армий Румынии, Сербии и Черногории в период войны. В этом плане большой интерес представляет ведомость о чрезвычайных кредитах, предоставленных Россией Болгарии, Румынии, Сербии и Черногории в 1876—1879 гг. на военные расходы и составлявших около 31 млн. руб.

Издание снабжено научно-справочным аппаратом. Документам предпослана статья, в которой на основе большого фактического материала раскрыты основные проблемы издания, показано научное и политическое значение публикуемых документов. Издание иллюстрировано репродукциями картин и рисунков известных русских художников, портретами участников войны.

Первый форум историографов социалистических стран

В декабре 1978 г. Научный совет по проблеме «История исторической науки» при Отделении истории АН СССР провел научную конференцию на тему «Основные направления современного изучения истории исторической науки в социалистических странах». В конференции, помимо большого числа советских историков, приняла участие значительная группа ученых из социалистических стран: Болгарии, Венгрии, Вьетнама, ГДР, Кубы, Монголии, Польши, Румынии, Чехословакии.

Открывая конференцию, председатель Научного совета академик М. В. Нечкина отметила существенный успех, достигнутый за последние годы в области изучения истории исторической науки, большую активность специалистов-историков в этой области, что выразилось в появлении значительного количества фундаментальных историографических трудов, изданных в СССР, ГДР, ПНР и других странах социалистического содружества.

Затем выступили три советских докладчика: доктор исторических наук Е. Н. Городецкий, член-корреспондент АН СССР И. Д. Ковальченко и доктор исторических наук А. О. Чубарьян. Тема первого доклада — «Современные советские историографические исследования по истории советского общества», второго — «Новейшая советская историографическая литература по истории СССР доктябрьского периода» и третьего — «Современная советская историография всеобщей истории».

Докладчики отметили всевозрастающее внимание к истории исторической науки и ее закономерностям в период научно-технической революции, а также важность широкого размаха историографических исследований в обстановке острой идейной борьбы в современном мире.

Большой интерес вызвали доклады, подготовленные учеными ГДР: профессором В. Шмидтом (Академия общественных наук при ЦК СЕПГ) «Исследования по истории марксистско-ленинской исторической науки в ГДР», доктора Х. Шлейера (Академия наук ГДР) «Исследования в ГДР по истории буржуазной историографии», доктора Л.-Д. Берендта (Университет им. К. Маркса, Лейпциг) «Об исследованиях по истории советской исторической науки в ГДР» и профессора В. Бертольда (Университет им. К. Маркса, Лейпциг) «О перспективах развития истории исторической науки в ГДР».

Все эти доклады продемонстрировали высокий научный уровень историографических исследований, постановку ряда важных методологических проблем. Среди них проблема периодизации истории исторической науки, взаимоотношение между историей исторической науки и историей общественной мысли, использование методологии советских исторических исследований при подготовке мар-

ксистско-ленинских кадров в ГДР и др.

Польская историография была представлена докладами профессоров Варшавского университета Ю. Бардаха и Е. Материицкого и профессора Института истории Польской АН А.-Ф. Грабского. Выступление Грабского на тему «Предмет и типология историографических исследований» привлекло пристальное внимание аудитории оригинальной постановкой ряда вопросов методологического характера, что вызвало при обсуждении докладов оживленные прения. С вниманием был прослушан доклад Е Матерницкого «Главные направления историографических исследований в народной Польше (1945—1978)». Сообщение профессора Бардаха было посвящено анализу славистических исследований в новейшей польской историографии.

В докладе проректора Братиславского университета профессора С. Цамбела и заместителя директора Института чехословацкой и мировой истории доктора Ю. Кржижека были раскрыты основные тенденции развития современной чехословацкой историографии.

Изучение истории исторической науки в Венгрии было освещено в докладе доктора Ф Глаца (Институт истории Венгерской АН), в Болгарии — доцента М. Велевой (Софийский университет), в Румынии — профессора Д. Хурезяну (Академия общественных наук «Штефан Георгиу»). Тема доклада доктора Г. Унка (Институт исторических и социально-политических исследований при ЦК РКП) — «Историография рабочего движения в Румынии после 1944 г.» и С. Грынчарова (Институт истории Болгарской АН) — «Болгарская историография о проблемах международных отношений и внешней политики в эпоху капитализма».

Глубокий анализ развития монгольской историографии был сделан вице-президентом АН МНР академиком Ш. Бира. Вьетнамские ученые доктор Ван Тао (первый заместитель директора Института истории Комитета общественных наук СРВ) и Фам Суан Нам (заместитель директора того же института) представили доклад «О некоторых главных достижениях исторической науки Вьетнама с августовской революции 1945 г. и ее предстоящие задачи». Председатель Комитета общественных наук СРВ академик Нгуен Кхань Тоан в своем выступлении отметил, что «конференция прошла с большим подъемом. Она свидетельствует об огромном интересе, который данный предмет вызывает во всех социалистических странах»

Заслушанные на конференции доклады вызвали широкое обсуждение, в котором приняли участие представители ряда крупных научных центров нашей страны. Сообщение о развитии кубинской историографии было сделано А. Гарсиа, П Мирончуком и З. Соколовой.

Очерки истории Кубы

Республика Куба — первая страна Латиноамериканского континента, строящая социализм. В январе 1979 г. все прогрессивное человечество отмечало XX годовщину победы Кубинской революции. Понять и оценить победу Кубинской социалистической революции невозможно без изучения всей предшествовавшей ей истории страны, истории формирования кубинской нации, социально-экономической структуры, национально-освободительной борьбы, которую вел кубинский народ в течение веков. В последние годы в СССР опубликован ряд работ, где нашли отражение различные аспекты истории Кубы. Однако до сих пор в советском кубиноведении не было создано обобщающего труда. Первой работой, освещающей историю Республики Куба от древних времен до наших дней, является коллективный труд, вышедший под грифом Института всеобщей истории АН СССР «Очерки истории Кубы» (М., «Наука», 1978).

Эта коллективная монография представляет собой систематическое исследование почти пятивековой истории Кубы от ее открытия Колумбом в 1492 г. до победы Кубинской революции в 1959 г. и становления социалистической Кубы. На основе обширного документального и исторического материала коллектив авторов создал труд, в котором разработана марксистско-ленинская концепция исторического процесса на Кубе. Подробно рассмотрен период испанского завоевания. Дается аргументированный анализ сущности, форм и методов испанской колониальной политики на острове Куба, ставшем форпостом и оплотом испанского колониального господства не только в Карибском бассейне, но и во всей Латинской Америке. Прослежены основные этапы национально-освободительной борьбы кубинского народа против испанского колониального господства, переросшей в войну за независимость во второй половине XIX в.

Далее показано, как в ходе войны 1895—1898 гг. кубинский народ добился победы над испанскими колонизаторами и как эта победа была вырвана из его рук США, которые вмешавшись в освободительную борьбу кубинского народа, осуществили свой план: подавив освободительное движение, навязали кубинскому народу свое господство.

Большое внимание уделено новейшей истории страны — влиянию на антиимпериалистическую, демократическую борьбу кубинского народа Великой Октябрьской социалистической революции, идей марксизма-ленинизма «Очерки» дают картину зарождения кубинского пролетариата, борьбы различных политических течений за идейное влияние в рабочем движении, образование революционной партии пролетариата. В работе прослежена линия кубинских коммунистов в борьбе против тирании Батисты, их борьба за создание антидиктаторского народного фронта.

На богатом документальном материале дан конкретный ход событий, глубокая оценка сложного и своеобразного пути, который прошла народно-демократическая антиимпериалистическая революция на Кубе.

Усвоение кубинскими революционерами национально-освободительных традиций предшествующих поколений и самой передовой идеологии — марксизма-ленинизма, слияние в едином потоке национально-освободительного, революционно-демократического и рабочего движения, прочное единство всех патриотических левых сил обеспечили победу демократической революции и ее быстрое перерастание в социалистическую. В монографии освещены основные политические, экономические, социальные проблемы строительства социализма на Кубе, становление и развитие кубино-советской дружбы, место Кубы в социалистическом содружестве и ее роль в международных отношениях.

Большое место в «Очерках» уделено критике буржуазной историографии

Граффити новгородского Софийского собора

Книга кандидата исторических наук А. А. Медынцевой «Древнерусские надписи новгородского Софийского собора» (ответственный редактор академик Б. А. Рыбаков. М., «Наука», 1978) посвящена историческому исследованию комплекса надписей — граффити, обнаруженных на стенах Софийского собора в Новгороде во время археолого-реставрационных работ. В сферу научного обращения вводится около 250 надписей XI—XIV вв., большая часть которых ранее не была известна.

Исследование надписей в неразрывной связи с историей строительства и росписи Софии позволило автору датировать граффити с точностью, не доступной для собственно палеографических методов. Более трети надписей датируются 1050—1108 гг., т. е. временем, наименее освещенным другими письменными источниками, в том числе и берестяными грамотами, что превращает граффити в материал большой важности по истории, истории письменности и языка Руси этого времени

Некоторые из них связывают нас с определенными событиями и историческими лицами, расширяя фактические сведения по истории и общественно-политической жизни средневекового Новгорода, другие имеют

значение для истории религиозных воззрений, вводят нас в атмосферу богословских споров и антиеретических проповедей.

Но этим не исчерпывается историческая ценность граффити. Многие из них содержат сведения, которые обычно оставались за пределами внимания летописей и других письменных источников. В результате исследования группы надписей автору удалось установить до сих пор неизвестные имена художников, принимавших участие в росписи собора. Можно определенно говорить о двух артелях художников, расписывавших собор в середине XI и начале XII вв. Имена художников, надписи, отразившие фонетические особенности русской речи, дают основания считать большинство художников, оставивших автографы, русскими мастерами. История русского искусства до сих пор не знала почти ни одного имени художника этого времени.

Важный, хотя и сравнительно немногочисленный раздел представляют надписи фольклорного характера. Сопоставляя их с берестяными грамотами и с граффити из Киева, автор делает выводы о широком распространении грамотности среди населения Новгорода уже во второй половине XI в. В монографии приводятся данные о социальном составе людей, оставивших надписи на стенах собора. Изучение глаголических надписей в сопоставлении с другими материалами дает основания А. А. Медынцевой высказать мысль о том, что глаголица как специфически церковная письменность не нашла широкого распространения на Руси. Надписи новгородского Софийского собора в сопоставлении с новгородскими берестяными грамотами представляют обширный материал для сравнения буквенных начертаний с почерками рукописей. Это обстоятельство имеет самостоятельное значение для датировки других памятников эпиграфики.

Полная публикация надписей XI—XIV вв. одного из самых древних памятников архитектуры — Софийского собора в Новгороде дает в руки исследователей разных специальностей (историков, этнографов, лингвистов, искусствоведов и т. д.) новый значительный материал.

Сунгирь — стоянка верхнего палеолита

Монография руководителя Урало-Сибирской группы Института археологии АН СССР доктора исторических наук О. Н. Бадера «Сунгирь. Верхнепалеолитическая стоянка» (М., «Наука», 1978) — это капитальный труд, который подводит итоги многолетних работ и занимает особое место в изучении палеолита СССР.

В процессе накопления научных фактов и идей нередко бывает так, что одно новое открытие позволяет коренным образом пересмотреть выработанные и устоявшиеся ранее положения и выводы. В плодотворной и многогранной научной деятельности О. Н. Бадера таких открытий немало. К ним относятся выявление и исследование настенной живописи древнекаменного века в пещере Шульган-Таш (Каповая) на Урале*, разработка проблем фатьяновской культуры, этногенеза финно-угорских народов, первоначального заселения территории СССР и др. Видное место в этом ряду занимают и результаты исследования стоянки Сунгирь.

Когда при разработке карьера близ г. Владимира на высоком берегу р. Клязьмы, у слияния ее с притоком, ручьем Сунгирь, в 1955 г. были обнаружены загадочные скопления костей мамонта и рядом с ними кремневые орудия труда, стало ясно, что открыта еще одна стоянка человека каменного века. Но тогда вряд ли можно было предположить, что она получит мировую известность и явится основой для решения важных проблем первобытной истории территории СССР, а также для освещения отдельных вопросов предыстории вообще.

Комплексное изучение стоянки Сунгирь проводилось под руководством О. Н. Бадера специалистами разных исторических и естественнонаучных дисциплин на протяжении почти двух десятков лет. В результате граница расселения людей древнекаменного века отодвинулась на 120 км к северу: раньше самой северной в Европе стоянкой людей палеолита считалась открытая в 1879 г. Карачаровская под Муромом.

Полученный при раскопках материал приводит к выводу о родстве культуры Сунгиря с культурой обитателей костенковских стоянок на среднем Дону близ Воронежа. Последние, как предполагается, продвигались на север вслед за отодвигающимся ледником и увлекаемых им стадами крупных холодолюбивых животных (мамонт, северный олень и др.), охота на которых составляла основу их существования.

Стоянка Сунгирь занимает особое место, и это объясняется тем, что по сравнению с другими палеолитическими памятниками СССР она раскопана на наибольшей площади (более 4 тыс. кв. м). В результате открыты комплексы жилищ, наиболее интересные из известных нам погребения и получено несколько десятков тысяч находок. Среди орудий труда, бывших в употреблении у обитателей стоянки, представлены выразительные скребки для обработки шкур животных, резцы для работы по кости, ножи, кремневые наконечники дротиков и др. Многочисленны и разнообразны орудия из кости. Большинство из них использовалось для охоты в виде метательных и колющих орудий, но немало и таких, которые предназначались для облегчения сбора съедобных диких растений.

Наиболее выдающуюся категорию находок представляют предметы украшения (костяные бусы, каменные подвески и др.) и произведения искусства в виде плоских костяных фигурок. Они составляют богатейшую коллекцию и расширяют представления об искусстве палеолита. Интерес к этим предметам возрастает и оттого, что значительная их часть обнаружена в уникальных погребениях. И сами они, и погребения дают редкую возможность восстановить некоторые этнографические детали быта древнейших сунгирцев и, что не менее важно, получить ценную информацию о духовной культуре людей, которых отделяют от нас 25 тыс. лет.

Изучение стоянки Сунгирь имеет значение не только для археологии и истории, но и для четвертичной геологии, палеогеографии, этнографии и антропологии. В этой работе уже обоснованы многие положения, касающиеся стратиграфии геологических отложений стоянки, взаимодействия природной среды и человека в заключительную стадию последнего оледенения.

Культура первопроходцев Русской равнины

Среди украшений, обнаруженных археологами под руководством доктора исторических наук О. Н. Бадера в Сунгире*, есть подлинные шедевры первобытного искусства: фигурки животных, изделия, орнаментированные рядами сверленых ямок. Подсчеты количества ямок в группах и рядах орнаментов показали, что более 20 тыс. лет назад население Русской равнины, охотившееся на мамонтов у границ великого ледника, пользовалось арифметическим счетом.

Здесь знали две системы счета. Одна, привычная для нас, имела основой число пальцев на руках (5, 10). Дошедшая от ледниковой эпохи, она кажется нам универсальной. Но в Сунгире не меньшее место отведено числам 4 и 8. Так, в одной из могил останки девочки сопровождали, в числе других украшений, 3 диска из бивня с радиально расходящимися рядами ямок — лучами (скорее всего так изображено Солнце). Ямки на дисках группируются одинаково по 4 и 8. И это не случайно. В стоянках той же эпохи (в районе с. Костенки на Дону, южнее Воронежа; с. Авдеево у Курска и др.) за многие десятилетия раскопок археологи собрали обшир-

---

* См. статью О. Н. Бадера «Тайны седого Урала» в ежегоднике «Наука и человечество. 1966». — Ред.

* См. в этом ежегоднике информацию — «Сунгирь — стоянка верхнего палеолита». — Ред.

ные коллекции графического искусства палеолита с теми же правилами счета: 5 и 10, 4 и 8.

Для этих стоянок еще характерно обилие фигурок млекопитающих: мамонтов, львов, быков, лошадей и др. Наконец, каменные и костяные орудия древнейших стоянок у с. Костенки сходны во многом с инвентарем Сунгиря, а костные останки людей палеолита здесь относятся к одному антропологическому типу кроманьонцев (европеоидов).

Очевидно, огромные пространства Русской равнины от среднего Дона до Клязьмы, с юга на север, осваивались группами родственных в физическом и культурном отношениях палеолитических охотников. Но было здесь и другое население, культура которого ярко представлена в стоянке Мезин у Чернигова: иные орудия из камня и кости, нет изображений млекопитающих, но много фигурок птиц, змеевидных узоров, счет в орнаментах: 5 и 10, 3 и 6. В чем смысл таких различий культуры у древнейших жителей Русской равнины в одной природной среде?

Один из авторов сборника «У истоков творчества» (Новосибирск, «Наука», 1978) доктор исторических наук Б. А. Фролов предлагает следующее объяснение. Сопоставление культур палеолита Русской равнины, Сибири, Центральной и Западной Европы показывает, что у различных в антропологическом отношении групп в разных экологических условиях сохраняется с удивительным постоянством в первобытном искусстве различие двух фундаментальных традиций.

Первая основана на изображениях сухопутных млекопитающих (на счете по четыре и кратным четырем числам в орнаментах), изображениях в орнаментах крестовидных фигур (с четырьмя концами в Костенках, Авдееве, с восьмью — в Сунгире). Вторая основана на изображениях обитателей неба — птиц, воды и подземного мира — рыб, змей (на счете по три и кратным трем числам) в орнаментах, построенных из спиралей, меандров и других сложных узоров, покрывающих всю поверхность украшенного изделия (Мезин на Украине, Мальта в Сибири и др.). Первая отражает горизонтальную плоскость известного первобытным людям мира: землю, равнину с четырьмя сторонами горизонта и ее главных тогда обитателей — крупных млекопитающих. Вторая отражает вертикальную ось первобытного космоса с тремя делениями: небо, земля, вода (подземный мир).

Это две стороны одного целого — первобытной космологии, еще наивной, но последовательной, и логично построенной, материалистической в своей основе картины Вселенной, видимого невооруженным взглядом мира в эпоху палеолита. Здесь история не только исходных пространственных понятий науки древнего мира, еще не разделенных эмбрионов геометрии, географии, зоологии, но и фундаментального представления о «стихиях» как основных элементах возникновения мира, из которого исходила, которое развивала и совершенствовала античная наука, начиная с космогонических концепций древнегреческих мудрецов.

В свете современных данных уже не вызывает сомнений способность человека верхнего палеолита, не уступавшего нам по сложности строения и потенциальным возможностям центральной нервной системы, мыслившего достаточно сложными абстрактными категориями, заложить первоначальные основы художественной и научной культуры человечества.

Но и тогда этот путь не был прост и прямолинеен. Единый, целостный образ Вселенной в палеолите, как мы теперь знаем, распадался на половины. Уже тогда мощные тенденции этнического самоосознания, самоопределения (не случайно, что противопоставление «мы» — «они» ряд ученых считают исходным в развитии языка и мышления древнейших людей) в ритуалах, мифах, искусстве соседствовавших первобытных коллективов вызывали акцентирование элементов, наиболее ярко отличающих, противопоставляющих собственную, «свою» жизнь и культуру всему, что типично для «них», соседей.

Акценты на «вертикали» и «горизонтали», счет по три и счет по четыре и др. — характерные примеры в системе таких противопоставлений. В палеолите Русской равнины нет каких-либо следов военных конфликтов и других попыток антагонистического решения указанных противоречий. Но эти противоречия этнокультурного порядка сохранялись традициями тысячелетий.

Что касается культур типа Сунгиря и Костенок, то их начала, как и начала долгого пути первозаселения Русской равнины, уводят на юг, к Причерноморью и Кавказу. Еще в мустьерскую эпоху, во времена неандертальцев, там формировались традиции этих культур.

В том же сборнике «У истоков творчества» опубликована статья доктора исторических наук А. П. Черныша об открытии у с. Молодова на Днестре в жилище неандертальцев лопатки мамонта с прочерченными рукой неандертальца сериями штрихов и контуром животного, похожего на оленя. Это самый древний в мире рисунок, и он изображает млекопитающее, как бы намекая на последующее развитие той самой традиции, что типична для Костенок и Сунгиря. На Кавказе, в Цонской пещере, среди мустьерских орудий с особой техникой обработки, получившей затем развитие в Костенках, найдена плитка известняка, где рукой неандертальца прорезан четкий четырехконечный крест.

Таковы истоки традиции Ее поздние продолжения и сейчас изучаются в культурах индейцев Америки, где четырехконечный крест и системы счета с основой четыре поразительно доминируют. Проникновение ее в Америку представляется реальным после недавнего открытия на севере Азии дюктайской культуры, как бы промежуточной между палеолитом севера Европы и праиндейскими палеолитическими культурами севера Америки.

Древности Приморья

В низовьях Амура на Большом Уссурийском о-ве два года вели раскопки археологи СО АН СССР во главе с кандидатом исторических наук В. Е. Медведевым. Ими вскрыт ряд погребений IX—XI вв., что позволило заключить о последовательном захоронении на о-ве на протяжении нескольких этапов развития культуры средневековых обитателей Приморья: чжурчжэней и родственных им племен — предков нанайцев и удэгейцев, современных коренных жителей нижнего Амура.

В могилах открыты целые наборы боевых наконечников стрел и копий, наборы поясных украшений и браслетов, серебряные серьги, нефритовые подвески, бусы из халцедона, сердолика, агата, стекла, россыпи монет той эпохи.

По формам погребальной обрядности могилы имеют ряд типов: трупы клали в ямы, сжигали, делали вторичные перезахоронения. В этом отразились разные формы религиозных представлений средневекового Приморья, прежде всего шаманства.

Обнаруженные изделия древних мастеров из глины, железа, бронзы, серебра, нефрита, халцедона, дали возможность получить достаточно полное представление и о других сторонах жизни тунгусо-язычных племен.

Некоторые типы изделий открыты впервые в этом регионе. Так, в одной могиле оказался боевой доспех воина из 700 металлических пластин. Загадочные памятники — тайники кладов из деталей доспехов обнаружены в двух местах некрополя. В одном из тайников лежали не только пластины для панциря (обычно они имели форму прямоугольных металлических чешуй с отверстиями для нашивки на одежду), но и изогнутые полудугами железные полосы, которые нашивались на кожаный шлем. Такие скопления доспехов чжурчжэней обнаружены впервые, хотя по прежним раскопкам и по летописям хорошо известны воинственность и прекрасная боевая оснащенность древних тунгусов Приморья.

Но поистине уникальной оказалась находка буддийской металлической позолоченной статуэтки божества.

В левой руке будда держит кувшин, в правой — раковину: это два из восьми так называемых благовещих знаков, хорошо известных в истории буддизма. Таков первый памятник буддийской иконографии, найденный в Приамурье. Литая статуэтка высотой 5,9 см представляет строго фронтальное изображение не реального человека, а отрешенного божества. У него изящный овал удлиненного лица с плавными дугами бровей, глаза тоже удлинены, веки полузакрыты, нос тонкий и слегка приплюснутый. Прическа-шиньон имеет форму полушария. Плечи покаты. И хотя тело целиком покрыто одеянием, под ним проступают черты хорошо сложенной широкоплечей мужской фигуры.

Появление на Амуре в раннем средневековье сторонников буддизма при явном господстве традиций шаманизма — новый и интересный факт истории мировой культуры. Эти и другие результаты раскопок опубликованы В. Е. Медведевым в «Известиях СО АН СССР» (1978) и других научных изданиях. Раскопки в низовьях Амура продолжаются.

Первые сибиряки

В 1978 г. «Известия СО АН СССР» опубликовали статью академика А. П. Окладникова и профессора Л. А. Рагозина о новой датировке древнейшего палеолитического поселения Сибири — Улалинки. В Горноалтайске на размытом крутом берегу р. Улалинки с 1961 г. ведут раскопки сотрудники Института истории филологии и философии СО АН СССР. В первые же годы археологи собрали большую коллекцию грубых орудий труда, изготовленных из крупных кварцитовых галек. Поразительны в облике этих орудий не только архаическая техника оббивки галек, но и следы необычного способа обработки камня, который можно назвать огневым

Разведя костер, неведомые нам пока гоминиды Улалинки раскаляли булыжники, а затем обливали их холодной водой, чтобы от растрескавшегося камня откалывались мелкие куски — отщепы. Раскопки приносили все больше свидетельств о развитии такой оригинальной техники обработки камня в центре Горного Алтая.

Поскольку считалось, что огонь был освоен древним населением Азии около 300—400 тыс. лет назад, в эпоху питекантропа и синантропа, применение огня для обработки камня на Улалинке представлялось вполне возможным, хотя ни в Азии, ни на других материках археологи не встречали следов столь необычного использования огня в первобытной технике. В то время, когда начинались раскопки, достоверные данные о палеолите Сибири позволяли датировать их не более 25—30 тыс. лет. Геологические же условия залегания палеолитического слоя с архаическими кварцитовыми галечными орудиями на Улалинке свидетельствовали, что здесь обнаружено гораздо более древнее стойбище людей, самое древнее из известных нам на территории Северной Азии.

Точнее судить о его возрасте позволило лишь развитие современной геологии. Применение шкалы палеомагнитной полярности геологических образований, дающей возможность определять возраст горных пород в абсолютных величинах, позволило сибирским ученым при исследовании Бийско- Барнаульской впадины доказать, что около 690 тыс. лет назад образовалась граница между четвертичными серыми породами и более древними отложениями золотисто-желтых пластичных глин. Именно в этих глинах залегают древние кварцитовые орудия палеолитических людей на Улалинке! Следовательно, 690 тыс. лет — лишь самый минимальный возраст орудий Улалинки, но вероятнее всего, они гораздо старше.

Дальнейшие исследования позволят точнее определить их возраст. Но уже сейчас раскопки на Улалинке ставят ряд важных проблем, связанных с происхождением человечества и первоначальным заселением Азии. Более древним и сложным предстает в свете открытий на Улалинке процесс овладения огнем и связанное с ним развитие мышления и речи

Палеолит Камчатки

Магаданский археолог доктор исторических наук Н. Н. Диков сообщает об итогах раскопок его экспедиции на Камчатке (Археологические открытия, М., «Наука», 1978).

Прошлое этого огромного полуострова на пути из Азии в Америку, между Чукоткой и Японскими о-вами, давно интересовало ученых И лишь недавно раскопки магаданских археологов обнаружили здесь следы жизни людей палеолита, охотившихся на мамонтов за 10 тыс. лет и более, до того как первые русские путешественники начали описание этого края, его, так сказать, писаную историю.

Коренные жители Камчатки — ительмены, коряки и айны — были тогда на стадии неолита, такими и запечатлел их культуру в середине XVIII в. С. П. Крашенинников. Его и ученых следующих веков волновал вопрос: существовали ли здесь свои корни культуры и ее эволюция? Теперь наука имеет ясный ответ: до «живого неолита» ительменов, коряков и айнов на Камчатке сменялись культуры эпох мезолита и палеолита. Особенно богата древнейшими памятниками долина р. Камчатки. На берегу Ушковского озера, соединенного с рекой широким протоком, Н. Н. Диков и его сотрудники более 10 лет ведут раскопки многослойного стойбища древних охотников и рыболовов.

Большое внимание привлекла находка в 6-м культурном слое стоянки Ушки-1: песчаная галечная плитка, очертаниями схожая с фигурой мамонта. Древние камчадалы — охотники на мамонтов явно обратили на нее внимание и принесли на стойбище. Здесь кремневыми резцами они подрисовали штрихами все те детали облика живого зверя, по которым сразу могли узнать мамонта и их сородичи, и современные люди. Радиокарбоновый анализ соседствующих находок в этом слое, как, впрочем, и облик каменных орудий, подтвердили, что изображение мамонта относится к палеолиту (10 760 ± 110 лет). Это уже конец ледникового периода, но мамонты на Камчатке еще жили, аборигены охотились на них, питались ими и их изображали.

На другой плитке иной сюжет: тонкими четкими линиями кремневый резец передал облик шалашеобразного жилища. Именно такое жилище, точнее его обгорелые остатки — длинные деревянные жерди каркаса, который покрывался шкурами и служил надежным укрытием для аборигенов, археологи обнаружили в том же слое. Всего же на стоянке Ушки-1 при раскопках вскрыто 17 жилищ эпохи палеолита.

Строить их принуждали природные условия, более суровые, чем теперь. Так, анализ пыльцы из культурного слоя показал, что на месте нынешней тайги тогда простиралась тундра, покрытая лишь редкими кустарниками и мхом. Прослойки вулканического пепла тут огромны, значит, мощные извержения вулканов и в конце ледниковой эпохи были не редкостью.

Дольмены Западного Кавказа

Дольмены известны во многих странах Европы и Азии, найдены они и в северной части Африки. Это погребальные сооружения эпохи бронзы и раннего железного века.

Около 200 лет назад академик П. С. Паллас впервые обнаружил небольшую дольменную группу на территории Западного Кавказа, у станицы Фанталовской (Таманский полуостров). С тех пор местные мегалитические постройки (могильные памятники и святилища) неизменно привлекают внимание археологов. Несмотря на то что каждый дольмен является монументальным сооружением, сложенным из огромных камней, до последнего времени архитектурные обмеры их почти не производились (исключение составляют дольмены Абхазии), и лишь редкие объекты подверглись раскопкам и планомерному обследованию.

С 1967 г. Институт археологии АН СССР направил специальную экспедицию для выявления и изучения дольменных памятников Западного Кавказа. В итоге обобщения собран-

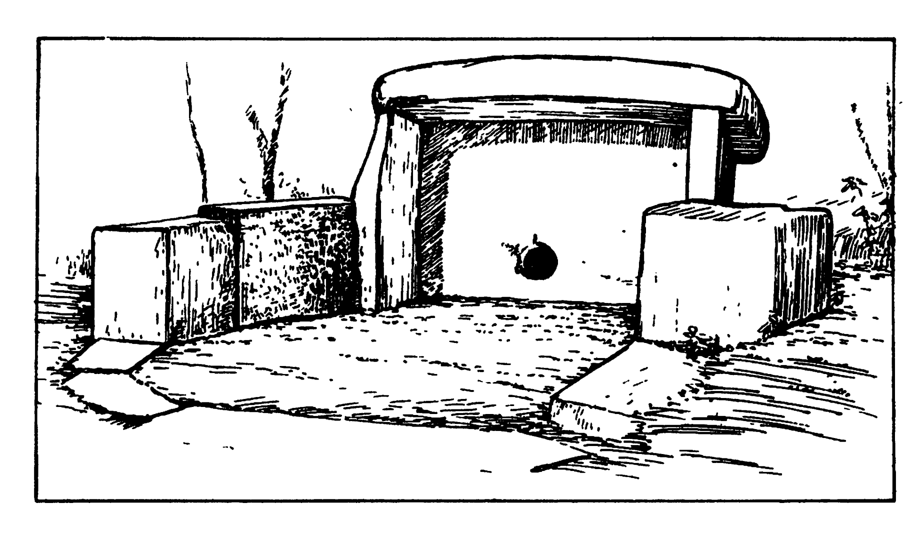
ного материала руководителем экспедиции доктором исторических наук В. И. Марковиным написана монография «Дольмены Западного Кавказа» (М., «Наука», 1978). В книге освещены основные вопросы, касающиеся этих грандиозных памятников древности, описаны не только сами дольмены, но и археологические находки, сопутствующие им.

К настоящему времени на территории Западного Кавказа зарегистрировано 190 пунктов, где имелись или имеются дольмены, общее количество которых немногим превышает 2300 построек. Самая крупная группа дольменов находится в бассейне р Кизинчу у ст. Баговской (Краснодарский край). В основном дольмены расположены на лесистых нагорьях. Территория, занятая ими, простирается на 480 км — от мыса Тузла на Таманском полуострове и вдоль Черного моря до г. Очамчири в Абхазии. Ширина этого пространства варьирует от 30 до 75 км.

Все многообразие дольменных построек можно свести к четырем основным типам: плиточным сооружениям, сложенным в виде «карточного домика»; постройкам, собранным из сочетания плит и каменных блоков; выбитым в куске скалы и перекрытым плитой (их называют корытообразными); дольменам-монолитам, целиком высеченным в скале. Внутри каждого типа имеются варианты. Автору монографии удалось проследить изменения в архитектурном облике местных дольменов, что позволило создать шкалу их относительной периодизации. Изучение строительной техники подтвердило этот вывод.

Дольмены, как уже было сказано, служили усыпальницами. В наиболее ранних постройках обнаружены одиночные захоронения, в более поздних — массовые погребения. Исследование археологических находок, сделанных в дольменах, позволяет определить время их строительства. Первые из них появились примерно к 2400 г. до н. э. Расцвет культуры дольменов приходится на первую половину II тыс. до н. э., а к 1400—1300 гг. до н. э. их уже перестали строить, что связано, вероятно, с перегруппировками древних племен и социально-экономическими изменениями. В этот период отходит в прошлое сама мистическая идея, связанная с захоронениями в прочных усыпальницах, которые, являясь вместилищем умерших предков, способствовали якобы достатку будущих поколений.

Поиски истоков культуры западнокавказских дольменов привели автора к мысли о связи ее с миром Средиземноморья. Им предложена гипотеза о возможных морских миграциях, чему могли способствовать и морские течения, проходящие вдоль берегов Северной Африки и Кавказского побережья. Эта гипотеза в какой-то степени объясняет сходство языка басков с языками коренных народов Кавказа, в первую очередь с абхазо-адыгскими. Дальнейшее изучение дольменов Западного Кавказа очень важно для выяснения этногенеза народов именно этой языковой группы.



Плиточный дольмен в поселке Джубга Краснодарского края (рисунок автора)

Труды по истории этнографии

Этнография стала самостоятельной наукой очень поздно, лишь в середине XIX в, несмотря на то что нужда в разнообразных сведениях о народах ойкумены, вызванная торговыми и политическими интересами, была осознана человечеством в глубокой древности Почему же рождению науки предшествовал столь длительный период эмпирического накопления фактических данных? Ведь теоретические основы ряда точных наук были заложены уже в античности и успешно развивались в средние века, а в области этнографии еще в XIX в даже сбор материалов происходил порой без учета элементарных требований простейшей систематизации. Эту особенность формирования этнографии нельзя понять, если не уяснить себе, как шел процесс познания в специфической сфере явлений, разделявших человечество на племена, народности и народы.

Доктор исторических наук, заслуженный деятель науки РСФСР С А. Токарев в монографии «Истоки этнографической науки» впервые дает обстоятельный обзор истории накопления этнографических знаний, суммируя огромный фактический материал, изученный несколькими поколениями исследователей.

Автор показывает, что и ученые древности (Греции, Рима) делали попытки аналитического осмысления фактов, стараясь разобраться в причинах различий образа жизни разных народов Но развитие научной мысли не шло прямым путем. Крушение античного мира, варварские завоевания, затем мрачное господство христианства в феодальных государствах Европы привели к общему падению культуры. Прежние весьма реальные сведения о народах окружающего мира сменились наивными вымыслами о людях с песьими головами и прочих чудищах. Лишь с середины XV в. положение становится иным. С зарождением капитализма наступает эпоха великих географических открытий. Знакомство с неизвестными прежде народами не только приносит новые знания о других культурах, но и вновь рождает потребность объяснить, какова природа различий. Этнографические данные теперь уже кладутся в основу историко-философских учений. Образ жизни примитивных народов подсказывает идею о «естественном состоянии человека». Получает признание гипотеза о географических (климатических) причинах культурных различий. Наконец, складывается концепция общечеловеческого пути прогресса, ставшая позднее, в XIX в., руководящей идеей одного из самых ярких и плодотворных направлений в этнографии — эволюционизма.

В середине XIX в. этнография достигает совершеннолетия и получает права гражданства как самостоятельная дисциплина. В разных странах Европы и в США возникают научные этнографические или антропологические общества. Появляются крупные обобщающие сочинения по ранней истории человечества, основанные почти целиком на этнографическом материале. Этим периодом начинается вторая книга С. А. Токарева — «История зарубежной этнографии».

С А. Токарев рассматривает общественную и идеологическую обстановку, в которой зародилась наука о

народах. Он убедительно показывает, что этнография могла сформироваться как наука лишь при наличии необходимых объективных предпосылок. К их числу он относит, в частности, политические факторы (образование колониальных многонациональных империй, в которых администрация должна была учитывать традиции разных народов). Но самой важной предпосылкой следует считать общий уровень развития науки. К середине XIX в. в ряде естественных наук (астрономии, геологии, химии, биологии и др.) одержала блестящую победу идея эволюции и прогресса, которая неизбежно должна была захватить и область изучения человека и его культуры. Добавим к этому, что этнографические данные сделались предметом подлинно научных изысканий лишь тогда, когда было осознано их значение для исследования истории человечества.

Первые шаги молодой науки прочно связаны с эволюционизмом — течением, в котором развитие общества и культуры понималось как закономерный и единообразный процесс. Разработка этой концепции неминуемо должна была приблизить эволюционизм к марксизму Так и случилось. Среди плеяды ученых, которые ныне признаются не только пионерами, но и классиками этнографической науки, выделяется крупная фигура Л Г. Моргана, сумевшего подняться до материалистического объяснения исторического процесса, заложившего основы учения о первобытном бесклассовом обществе. Его работы, как мы знаем, были высоко оценены и использованы классиками марксизма при создании научной концепции первобытной истории.

Однако в конце XIX в. — начале XX в эволюционизм в этнографии идет на спад, а вскоре и совсем перестает оказывать заметное влияние на научную мысль, погребенный под волной ожесточенной критики.

Критика его большей частью велась с реакционных позиций, отражавших антиреволюционную идеологию эпохи империализма Оформляются и становятся модными такие течения, как диффузионизм, функционализм и даже фрейдизм, объясняющий общественные институты и явления культуры исходя из отраженных в подсознательной сфере сексуальных побуждений. Вместе с тем складываются и прогрессивные концепции. В ряде случаев реакционные идеи соединялись с удачными находками методического характера, с правильной и новаторской разработкой конкретных вопросов, поэтому часто бывает нелегко дать однозначную оценку тому или иному направлению в зарубежной этнографии.

Критическое осмысление разнообразных течений в буржуазной этнографической науке является одной из актуальных задач, стоящих перед советскими исследователями. Эта задача тесно связана с общими вопросами идеологической борьбы в условиях все расширяющихся культурных и научных контактов с крупнейшими капиталистическими странами. Современные направления зарубежной науки в значительной мере воспроизводят или развивают идеи, сформулированные в конце прошлого — начале нашего века. Так, до сих пор, как это ни странно, сильные позиции сохраняет фрейдизм. Поэтому исследование в области истории буржуазной этнографии, предпринятое С. А. Токаревым, не укладывается в рамки рубрики «история науки», тем более что автор доводит свою работу до наших дней, рассматривая направления и школы, сложившиеся в послевоенные десятилетия и определяющие современный облик зарубежной науки.

Советские этнографы знают буржуазную науку несравненно лучше, чем буржуазные ученые — нашу. В советской печати постоянно появляются статьи, посвященные критическому анализу концепций того или иного течения, того или иного автора Есть и целые книги, в которых дан тщательный разбор ряда школ буржуазной этнографии (этнологии, антропологии). Однако лишь в монографии С. А. Токарева воссоздана общая картина развития и современного состояния зарубежной этнографии. Автор убедительно показывает все более и более нарастающее влияние марксизма в этнографии за рубежом. Он не ограничился анализом лишь буржуазной науки. Большой интерес читателя привлечет последняя глава книги, посвященная этнографической науке в странах социализма, которая развивается на незыблемой основе марксистско-ленинской методологии.

Календарные обычаи и обряды в странах зарубежной Европы

В издательстве «Наука» вышли в свет три сборника под общим названием «Календарные обычаи и обряды в странах зарубежной Европы»: «Зимние праздники», 1973 г, «Весенние праздники», 1977 г и «Летне-осенние праздники», 1978 г.

Авторы сборников — научные сотрудники сектора народов зарубежной Европы Института этнографии АН СССР.

Народные обычаи и обряды, в том числе и календарные, — существенная часть духовной культуры разных этносов Они уже давно стали одним из элементов быта народа и часто совсем не связаны в сознании людей с религией.

За основу изучения календарных народных праздников авторы принимают так называемую трудовую теорию, сторонники которой считают, что происхождение большинства календарных обычаев и обрядов связано с хозяйственной деятельностью человека.

Смена времен года с древнейших времен означала для сельских жителей последовательность сельскохозяйственных работ. В то время когда производительные силы были низки и человек в значительной степени зависел от окружающей его природной среды, внимание земледельцев и скотоводов было направлено на то, чтобы всеми доступными им средствами, в том числе и магическими, попытаться предохранить себя, свой урожай, от которого зависела жизнь семьи, общины, от стихийных бедствий, дурных влияний. Таков был первоначальный смысл народных обрядов, сопровождавших наиболее важные сельские работы.

Безусловно, как показано в исследовании, церковь оказала сильное влияние на календарные обычаи народов. Вначале она принимала самые суровые меры, чтобы уничтожить жившие в народе «языческие» суеверия и обряды, но не смогла искоренить их Тогда церковники попытались приспособить древние обряды к своему христианскому календарю, уложив их в рамки христианских праздников. Так возник и стал развиваться дальше религиозно-обрядовый синкретизм, характерный для всего цикла календарных народных праздников. В рассматриваемой работе сделана попытка выявить чисто народную основу праздников, показать ее соотношение с позднейшими церковно-христианскими наслоениями.

Приведенный в статьях фактический материал относится преимущественно к XIX в. — началу XX в., так как именно с этого времени сохранилось множество фольклорно-этнографических записей, которые позволяют наиболее полно раскрыть генезис обрядового цикла, исследовать обряды в их динамике.

В каждом сборнике материал распределяется по странам, а в заключительных статьях дается его сравнительно-этнографический анализ.

Общая идея зимних обрядов — начало сельскохозяйственного года, подготовка к важнейшим земледельческим весенним работам. Большинство обычаев и обрядов зимнего цикла приурочено к христианскому празднику — рождеству и связанным с ним дням, очевидно, потому, что сам этот праздник отмечается 25 декабря, почти в день зимнего солнцестояния.

Весна — самый важный период для сельских жителей, в это время года совершаются главные сельскохозяйственные работы года — пахота и посев, первый выгон скота на пастбища. Весенние праздники имеют и свои своеобразные черты — в них особенно явственно проступают эстетический и эмоционально-психологический факторы Красота весеннего

пробуждения природы, радостно-приподнятое настроение являются поводом для веселья, игр и развлечений, далеких подчас от аграрной основы возникновения обрядов. Особенно отличается в этом отношении чисто народный праздник встречи весны — масленица или карнавал, в том или ином виде знакомый всем народам Европы. Этот народный праздник не связан ни с какими церковными датами и только время его определяется по церковному календарю — отсчитывается от пасхи Кульминационный пункт всей весенней обрядности — это пасха, в сущности, перелицованный на церковный лад древний весенний народный праздник в честь умирающего и воскресающего бога.

Лето — пора забот об урожае, для сохранения которого издавна применялись различные магические обряды, предназначенные для того, чтоб предотвратить засуху и другие стихийные бедствия. Основной праздник этого цикла — день св. Иоанна (Сан Хуана, Сен-Жана и пр.) 24 июня, приблизительно совпадающий с датой летнего солнцестояния. Это прежде всего древний праздник в честь Солнца, отмечаемый повсюду разжиганием костров и веселым народным гуляньем вокруг них.

К летне-осенним обычаям и ритуалам относятся также народные обряды, связанные с уборочными полевыми работами: жатвой, обмолотом, сбором фруктов, овощей, винограда, а также с переводом скота на зимнее содержание. Все эти многочисленные обряды не имеют точного приурочивания, а совершаются в разных странах в разное время в зависимости от климатических условий. Уже в это время сельские жители начинали заботиться об обеспечении урожая будущего года — отсюда красочные обряды с последним снопом, последней гроздью винограда и пр. Так замыкался годичный круг аграрных обрядов.

На протяжении всего исследования авторы сборников не только подробно описывают народные календарные обряды и пытаются вскрыть их древние корни, но и стараются по возможности объяснить символический смысл того или иного обряда, проследить пути их исторического развития.

Схематически пути трансформации календарных обрядов во всех европейских странах проходят одинаково: чем меньше становится зависимость человека от окружающей среды по мере развития техники и научных знаний, тем более забываются и суеверные магические обряды, совершавшиеся для обеспечения будущего урожая, благополучия семьи, общины Обряды теряют свой первоначальный религиозный и магический смысл и становятся просто красочными играми, развлечениями, которые сопровождают семейные и общественные праздники.

В длительном процессе взаимовлияний среди европейских народов все более проявляется тенденция к созданию новых черт такой трансформированной обрядности, свойственных всем народам Европы. Яркий пример этого — распространение в Европе зимнего праздника рождества и все более заменяющего его Нового года с обязательной рождественско-новогодней наряженной елкой, которая из Германии в XVIII в. перешла в другие европейские страны, с аллегорическим образом Деда Мороза или Отца Рождества, очень сходного в разных странах даже своим внешним обликом

Так, утратив свой магический и религиозный смысл, многие календарные обряды становятся красочной народной традицией и органически вплетаются в ткань современной общественной жизни. Изучение их представляет большой интерес для этнографов, историков, лингвистов, литературоведов, историков культуры

ФИЛОСОФИЯ

Диалектика современной эпохи

Будучи наукой об общих закономерностях движения, развития природы, общества и человеческого познания, философия опирается одновременно на теоретические и на практические достижения общества, выступает как концентрированное теоретическое выражение специфики данной исторической эпохи. Поэтому Маркс справедливо называл философию «духовной квинтэссенцией эпохи».

В свете этой характеристики философии очевидно, что наряду с углублением знаний о всеобщих сторонах и связях действительности центральной проблемой развития философской мысли оказывается также разработка глубоко научной философской интерпретации современной эпохи. Большой вклад в решение этой проблемы вносит книга академика П. Н Федосеева «Диалектика современной эпохи», третье издание которой (М., «Наука», 1978) дополнено более подробным рассмотрением проявлений диалектики в современном мировом развитии и процессах преобразования общества на коммунистических началах, углубленным анализом диалектики современной научно-технической революции и развития общественных наук в связи с основными направлениями социального прогресса в 70-е годы текущего столетия.

Характеризуя материалистическую диалектику в целом и в особенности диалектику общественного развития в качестве философского фундамента научного коммунизма, преобразования общественной жизни на коммунистических началах, академик П. Н. Федосеев прежде всего подчеркивает творческий характер марксизма-ленинизма, постоянное развитие всех его сторон, в том числе и марксистско-ленинской философии Величайшим творческим достижением явилось дальнейшее обоснование марксизма и разработка В. И. Лениным новых проблем марксистской науки на основе тех революционных сдвигов в общественной жизни и в научном познании, которые связаны с основополагающими особенностями современной эпохи. Вступление нашей страны в период развитого социализма и строительства коммунизма, превращение мировой социалистической системы в решающий фактор всего общественного развития, возникновение целой группы стран, вставших на некапиталистический путь развития, развертывающаяся в мире научно- техническая революция и ее социальные последствия, обострение общего кризиса капитализма, новые формы социальных, классовых конфликтов в развитых странах капитализма, начавшаяся разрядка международной напряженности — все это выдвигает новые проблемы, анализ и решение которых требуют дальнейшей конкретизации и развития ленинских идей.

Эти проблемы находят свое решение в теоретической и практической деятельности КПСС и всего мирового коммунистического движения Неоценимым вкладом в сокровищницу марксизма-ленинизма явилась данная на XXIV и углубленная на XXV съездах КПСС с классической ясностью сформулированная в Конституции СССР 1977 г. развернутая характеристика развитого социализма, построенного в нашей стране

Автор подробно останавливается на развитии В. И. Лениным философских основ социального познания, убедительно показывая, что ленинизм был и остается теоретическим фундаментом современного революционного преобразования мира по пути социализма и коммунизма

Большое место отведено в книге характеристике специфических особенностей диалектики современного общественного развития как сложного противоречивого процесса перехода от капитализма к социализму и коммунизму. При этом анализ всего многообразия проявлений борьбы противоположностей в современном историческом процессе как в рамках капитализма, так и в мировом масштабе заостряется на рассмотрении новейших социальных явлений и процессов, которыми ознаменовалась вторая половина 70-х годов нашего столетия. В свете этих явлений с особой отчетливостью обнаруживается несостоятельность современных буржуазных концепций раз-

вития человечества, в частности, теорий постиндустриального общества, модернизации, нового мирового экономического порядка в его буржуазной интерпретации. Характерные черты диалектики современной эпохи раскрываются в книге и в процессе исследования неравномерности современного исторического процесса и диалектики международных отношений, при рассмотрении восходящей и нисходящей линий мирового развития в наши дни, при детальном анализе диалектики развития социализма.

В книге проанализированы актуальные вопросы соотношения философии и научного коммунизма, философии и политики, роли философии в обосновании научного коммунизма.

Философская интерпретация современной эпохи с позиций диалектического и исторического материализма имеет огромное значение не только для обоснования политики и тактики мирового коммунистического движения, но и для правильного понимания всего противоречивого содержания и закономерностей прогрессивного развития общества и человека. Анализируя пути современного общественного прогресса, П. Н. Федосеев показывает, что именно под воздействием социалистической революции и социалистического переустройства общественной жизни во всем мире идет процесс все усиливающейся ломки отживших социальных устоев.

Важное место в становлении коммунистической цивилизации, в укреплении генерального направления современного прогрессивного общественного движения занимают диалектические процессы соотношения национального и интернационального, патриотизма и общих проблем прогресса человечества. Анализ национальных и интернациональных процессов в современном мире, а также новой роли патриотизма в условиях социалистического общества приводит автора к выводу, что суть социалистического патриотизма составляет органическое сочетание национальных интересов и интернационального долга.

В социальном преображении современного мира совершается и грандиозный процесс развития человека, его интеллекта, творческих, созидательных сил. Всеобщий интерес к проблеме человека вызван его ролью в современном мире, новыми требованиями к нему со стороны научно-технической революции, усложнением производственных и социальных структур общественной жизни. Однако особое значение проблема человека приобретает в связи с успехами реального социализма, глубоко изменившего положение человека в мире и его роль в истории. Исследуя различные вопросы гуманизма в современном мире, пути решения проблемы человека и судеб человечества, автор показывает, что наиболее благоприятные условия для всестороннего развития человека создаются в процессе и в результате социалистического и коммунистического преобразования общественной жизни.

Революционное переустройство мира означает коренные сдвиги как в материальных основах общественной жизни, так и в сознании людей. Диалектика общественного бытия и сознания составляет поэтому один из важных аспектов диалектики современной эпохи.

Все более значительную роль в современном мировом развитии играет диалектика научно-технического и социального прогресса. В этой связи в книге обстоятельно рассматриваются философские вопросы научного познания. Анализируя соотношение науки и мировоззрения, автор раскрывает диалектический материализм как всеобщую методологию научного познания, дает философскую интерпретацию научно-технической революции, рассматривает органическую связь естествознания и идеологии, научного познания общественной жизни и идеологической борьбы. Значительное место отводится обоснованию того, что прогресс естествознания неразрывно связан с развитием современной философии, способствующей совершенствованию методологических принципов естествознания, усилению материалистических мировоззренческих позиций ученых-естественников, разработке принципиальных мировоззренческих и общетеоретических проблем дальнейшего расширения и углубления всего фронта теоретического освоения природы. Большое место занимают также вопросы развития общественных наук и их связи с практическими задачами совершенствования форм общественной жизни.

В целом книга представляет собой широкую философскую панораму современного общественного развития. В ней получили отражение все важнейшие аспекты диалектики современной эпохи. Она показывает, что в основе всего многообразия противоречивого и сложного сплетения различных явлений и процессов современного мирового общественного развития лежит диалектика перехода от докапиталистических формаций и капитализма к социализму и коммунизму.

Наследие Ф. Энгельса и проблемы современности

Книжный фонд человечества насчитывает десятки миллионов названий. Однако лишь немногие книги, независимо от того, как давно они вышли в свет, возвышаются подобно гигантским монументам над всем этим сонмом книжной продукции. Это — эпохальные вехи в интеллектуальной истории человечества. Именно такой книгой является «Анти-Дюринг» Ф. Энгельса, столетие которой отметила в 1978 г. научная общественность большинства стран мира.

Знаменательное столетие «Анти-Дюринга» группа советских философов, экономистов, историков в содружестве с коллегами из ГДР отметила коллективным трудом*, в котором исследуется борьба Маркса и Энгельса против мелкобуржуазной идеологии дюрингианства, раскрывается современное значение этой борьбы, которое тем более очевидно, что буржуазные теоретики наших дней, а также ревизионисты постоянно полемизируют против основных положений «Анти-Дюринга», нередко даже пытаясь оживить родственные дюрингианству философские и экономические воззрения.

Главное внимание авторы уделяют философским проблемам, которым, несомненно, принадлежит важнейшее место в «Анти-Дюринге.» Однако работа Ф. Энгельса дает также классическое изложение и других составных частей марксизма, т. е. научного коммунизма и политической экономии, которым поэтому в монографии посвящены специальные главы.

В. И. Ленин подчеркивал: нельзя понять марксизм, а тем более цельно изложить его, не считаясь со *всеми* произведениями Энгельса и в первую очередь с «Анти-Дюрингом», этой удивительно содержательной и поучительной книгой**. Ленинские оценки «Анти-Дюринга» раскрываются Л. Ф. Ильичевым в вводной главе. Труд Энгельса, указывает автор, обосновывая марксистский принцип единства теории с революционной практикой, историческим опытом, выявляет тем самым полнейшую несостоятельность доктринерского, догматического теоретизирования, которое противополагается реальному общественно-историческому процессу, вместо того чтобы осмысливать его объективное содержание, тенденции развития, перспективы. Дюринг, писал Энгельс, претендует на папскую непогрешимость, свою псевдосоциалистическую теорию он проповедует как «единоспасающее учение», положения которого возвещаются «окончательными истинами в последней инстанции, рядом с которыми всякое иное мнение объявляется, стало быть, уже заранее ложным»***

---

* «Анти-Дюринг» Ф. Энгельса и современность. Коллективная монография. Руководитель авторского коллектива академик Л. Ф. Ильичев. В составе редакционной коллегии члены-корреспонденты АН СССР М. Т. Иовчук, Т. И. Ойзерман и другие видные ученые. М., «Мысль», 1978.

** См.: В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 26, с. 93; т. 23, с. 43.

*** К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 30.

К. Маркс и Ф Энгельс, как подлинные ученые, относились непримиримо к этому мнимо возвышающемуся над реальностью доктринерству. Уже в 1843 г., т е в процессе выработки основ своего учения, Маркс настаивал на необходимости связать теоретическое исследование «с определенной партийной позицией в политике, а стало быть, связать и отождествить нашу критику с *действительной* борьбой. В таком случае, мы выступим перед миром не как доктринеры с готовым принципом: тут истина, на колени перед ней!»* Этим положением основоположники марксизма руководствовались в течение всей своей жизни, постоянно подчеркивая: наше учение не догма, а руководство к действию. Именно поэтому «Анти-Дюринг» сохраняет свою принципиальную актуальность и в наши дни перед лицом новых исследовательских задач и новых идейных противников марксизма-ленинизма.

Академик М. Бур (M. Buhr, ГДР) в главе, написанной совместно с П. Рубеном, восстанавливает историю подготовки Энгельсом этой замечательной книги. Как и все основополагающие произведения марксизма, «Анти-Дюринг» был выражением определенной исторической необходимости. Маркс и Энгельс не придавали особого значения выступлениям Дюринга, так же как и его претензиям на радикальнейшую реформу социалистического учения, политической экономии и философии, пока воззрения этого приват-доцента Берлинского университета не получили известного распространения в германской социал-демократии и притом среди некоторых ее руководящих деятелей. Именно необходимость борьбы против идейной путаницы, анархистского фразерства и квазинаучного доктринерства вынудила Энгельса взяться за неблагодарное дело критического разбора сочинений Дюринга. Эта полемическая по своему замыслу работа превратилась в первый, по существу энциклопедический, очерк проблематики марксистского, коммунистического мировоззрения Неразрывная связь положительного изложения и критики — характернейшая особенность всех классических произведений марксизма, сочетающих строгую научность с последовательной партийностью.

«Философия марксизма и теоретические проблемы естествознания» — так называется глава, написанная академиком Б. М. Кедровым. Этот вопрос является ключевым как для философии, так и для естествознания. «Анти-Дюринг» Энгельса является классическим изложением принципов научной диалектики, диалектического материализма, благодаря которому было покончено с исторически изжившим себя противопоставлением философии нефилософской теоретической деятельности. И хотя социальные условия в современных капиталистических странах отнюдь не способствуют сознательному усвоению диалектики естествоиспытателями, ход развития наук о природе, конкретные естественнонаучные исследования постоянно приводят ученых к признанию и все более глубокому пониманию методологического и мировоззренческого значения материалистической диалектики**. В книгу включены также главы, посвященные основным проблемам диалектики как теории познания и логики. В них хорошо показано, как Энгельс, критикуя метафизику Дюринга, обосновывал диалектические принципы, эвристическое значение которых особенно очевидно в наше время, революционизировавшее все области научного знания. Дюринг, например, утверждал, что «подлинные истины вообще неизменны». В противовес этому воззрению Энгельс обосновывает принцип относительности, конкретности истины, который исключает абсолютное противопоставление знания и незнания, истины и заблуждения. Но относительная истина объективна и поэтому заключает в себе такое содержание, которое в определенном, поддающемся ограничению отношении сохраняет непреходящее познавательное значение. Вот почему, отвергая метафизическое понимание знания и истины, Энгельс с полным основанием писал: «Всякое истинное познание природы есть познание вечного, бесконечного, и поэтому оно по существу абсолютно»** К слову сказать, постижение вечности и бесконечности универсума есть факт знания, абсолютная истина, хотя границы ее, разумеется, относительны.

Значение приведенного положения особенно велико для критики современного гносеологического релятивизма, который стирает противоположность между истиной и заблуждением, пытаясь доказать, что все научные предложения принципиально опровержимы, что именно принципиальная опровержимость образует аттрибутивную определенность научных истин в отличие от мнимо научных «метафизических» утверждений. Мы встречаемся, таким образом, с дюрингианством «наизнанку», к которому вполне применимы все гносеологические аргументы «Анти-Дюринга».

Метафизик Дюринг отрицал объективность противоречий, утверждая, что противоречие «может относиться только к комбинации мыслей, но никак не в действительности». Формально-логическое требование однозначного применения терминов он возводил в абсолютный закон бытия, не понимая, что реальное тождество, фиксируемое любым определением (например, «золото есть металл»), заключает в себе различие, которое столь же существенно, как и тождество, что выявляется в самой многогранности явления, в его движении, изменении, развитии. Современное естествознание, в особенности теория относительности и квантовая механика, убедительно доказало, что противоречия внутренне присущи самой сущности природных процессов, не говоря уже о том, что они характеризуют отношение «сущность — явление».

Глава «Исторический материализм — философская основа научного коммунизма» раскрывает научные основы коммунистического мировоззрения, основные черты которого изложены в «Анти-Дюринге». Материалистическое понимание истории доказывает, что коренное переустройство общественной жизни, социальное освобождение угнетенных и эксплуатируемых возможно лишь путем радикального преобразования самой основы общества, т. е. материального производства, способа производства. Научный коммунизм есть, таким образом, необходимый теоретический вывод из научно-философского понимания основных условий жизни людей. Коммунистическое мировоззрение есть теоретическое осмысление всемирно-исторического процесса, обобщение истории человечества, которое показывает объективную необходимость возникновения частной собственности, классов, эксплуатации, так же как и исторически преходящий характер этой необходимости, т. е. неизбежность уничтожения антагонистических общественных отношений, обусловленную в конечном итоге развитием производительных сил человечества.

И наконец, необходимость коммунистического переустройства общества объективно обусловлена самим развитием капиталистического способа производства, которое посредством концентрации и централизации капи-

---

* К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч, т. 1, с. 381.

* Показательна в этом отношении позиция выдающегося английского биолога К. Х. Уодингтона (К. Н. Woddington), который, подытоживая международный семинар по теоретической биологии, писал: «Общая система представлений, которая начинает вырисовываться на основе проведенного обсуждения, в определенной степени близка к марксистской диалектической философии. Эти представления, как мне кажется, в большей степени соответствуют диалектической концепции Маркса и Энгельса, чем обычному упрощенно-метафизическому подходу к проблемам биологии» (см. кн.: На путях к теоретической биологии. М., 1970, с. 8).

** К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 549.

тала осуществляет (разумеется, на капиталистический лад) обобществление средств производства, т. е. создает материальные предпосылки социализма в недрах капиталистического общества. Обосновывая неизбежность перехода к социализму, Энгельс писал: «Заставляя все более и более превращать в государственную собственность крупные обобществленные средства производства, капиталистический способ производства сам указывает путь к совершению этого переворота»*. Таким образом, Ф. Энгельс в известной мере предвосхищал те идеи, которые в новую историческую эпоху были развиты В. И. Лениным в его учении о государственно-монополистическом капитализме, который характеризуется им как «полнейшая *материальная* подготовка социализма»**

«Анти-Дюринг» Ф. Энгельса удивительно содержательная и поучительная книга, идеи которой непосредственно способствуют решению современных мировоззренческих и методологических проблем

За заслуги перед наукой и человечеством

Чехословацкая Академия наук наградила золотой медалью «За заслуги перед наукой и человечеством» советских ученых-философов академика А. Г. Егорова и члена-корреспондента АН СССР М. Т. Иовчука.

Академик А. Г. Егоров — автор многочисленных фундаментальных философских исследований, охватывающих существенные области современного философского знания. В его трудах разрабатываются проблемы логики и методологии научного познания, теории исторического материализма и социальной политики, теории культуры, этики и эстетики. Значительное место среди трудов А. Г. Егорова занимают работы, посвященные раскрытию кризиса духовной культуры буржуазного общества, критическому анализу различных направлений современной буржуазной философии и эстетики. Работы А. Г. Егорова переведены на многие иностранные языки и получили широкую международную известность.

Особенность научных исследований А. Г. Егорова выражается в том, что любой из разрабатываемых им вопросов представлен в его трудах не как локальная проблема, а как частное проявление общих закономерностей исторического процесса. Обстоятельно исследуя каждую из разрабатываемых им проблем, нередко вплоть до скрупулезного рассмотрения существенных деталей, он никогда, однако, за частными явлениями не упускает из виду главного — выявления социально-исторического содержания, тенденций нашей эпохи, философского осмысления процессов становления коммунистической общественно-экономической формации. В трудах академика Егорова последовательно проводится принцип историзма, комплексный диалектико-материалистический подход к познанию современной жизни. В этом отношении примечательны его работы о базисе и надстройке социалистического общества, о решающей роли народных масс в истории, о возрастании роли общественного сознания в процессе социалистического и коммунистического строительства, о воздействии научно-технической революции на духовную жизнь, о своеобразии разнообразных сфер культуры в условиях социалистического общества и т. д. Все эти и другие разрабатываемые А. Г. Егоровым вопросы рассматриваются в его трудах как важные стороны единого и цельного марксистско-ленинского учения.

Возглавляя центральное научно-исследовательское учреждение нашей партии — Институт марксизма-ленинизма при ЦК КПСС, в полном соответствии с характером его деятельности А Г. Егоров в последние годы особенно плодотворно работает над исследованием истории марксизма-ленинизма, творчески применяя метод материалистической диалектики к познанию различных сфер общественной жизни советского общества, развития мирового содружества социалистических стран, мирового революционного процесса, новых явлений современности. В таких его трудах, как «Марксизм-ленинизм — теоретический фундамент построения коммунистического общества», «Партия в условиях развитого социализма», «Социализм и личность», «Конституция развитого социализма, строящегося коммунизма» и др., рассматриваются особенности прогресса социалистического общества и руководящая, направляющая роль Коммунистической партии в механизме его осуществления, диалектика общественного развития в условиях развитого социализма, природа социалистической демократии, диалектика объективного и субъективного факторов при социализме.

Особенно большое место в научной деятельности академика А. Г. Егорова занимает эстетическая проблематика. Его монографии «Искусство и общественная жизнь», «О реакционной сущности современной буржуазной эстетики», «Проблемы эстетики» оказали сильное влияние на развитие марксистской эстетической мысли. С именем А. Г. Егорова связано становление и развитие новых плодотворных направлений в советской эстетике, соответствующих потребностям социального и культурного развития нашего общества.

В последние годы А Г. Егоров опубликовал ряд новых работ по эстетике, они посвящены главным образом трем проблемам. Во-первых, им предпринята разработка эстетических аспектов духовной культуры развитого социалистического общества. При этом им показано, что культура художественная приобретает статус культуры эстетической только тогда, когда она становится народной, массовой. Особое внимание уделяется А. Г. Егоровым обоснованию места и роли искусства в жизни общества в условиях совершающейся научно-технической революции, проблеме классового и общественного в духовной культуре, поступательному развитию искусства, его содержания и формы

Вторым узлом теоретических проблем, разрабатываемых А. Г. Егоровым, являются вопросы методологии. Здесь выделяются работы, посвященные теории социалистического реализма на современном этапе. В работах А. Г. Егорова получил четкое обоснование вопрос о соотношении философской методологии эстетического анализа и аналитических подходов частных наук.

Третью группу работ составляют исследования проблемы национального и интернационального в развитии художественной культуры развитого социализма. Опираясь на основополагающие положения В. И. Ленина по теории национального вопроса, А. Г. Егоров раскрывает то новое, что внесла социалистическая действительность в решение вопроса о национальном и интернациональном в искусстве и культуре.

Изучая национальную специфику искусства, А. Г. Егоров формулирует современное научное решение сложной проблемы психического склада нации, учитывая классовую структуру нации, психологию различных классов. В его работах обстоятельно показаны теоретические основания политики КПСС, всемерно способствующей сближению и расцвету национальных по форме, социалистических по содержанию, интернациональных по духу культур народов нашей страны. Естественно, что эти работы выходят за пределы эстетики, ими обогащается марксистско-ленинская теория национального вопроса в целом.

А Г. Егоров сочетает научную работу с большой общественно-политической и научно-организационной деятельностью. Он — член ЦК КПСС, депутат Верховного Совета СССР, член Президиума АН СССР, академик-секретарь Отделения философии и права АН СССР.

В творческое развитие марксизма-ленинизма исследованиями академика А. Г. Егорова внесен весомый вклад.

---

*К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. 20, с. 291.

** В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 34, с. 193.

М. Т. Иовчук — известный советский ученый. Центральное место в его научных исследованиях занимают вопросы методологии историко-философского знания, истории марксистско-ленинской философии и научного материалистического мировоззрения, истории философской и общественной мысли русского народа и других народов СССР, теории культуры. Многие работы М. Т. Иовчука, в том числе монография «Ленинизм, философские традиции и современность», посвящены исследованию исторического процесса развития марксистской философии в борьбе с ее фальсификаторами, в них глубоко раскрывается значение ленинизма. В числе первых исследователей истории философской и общественной мысли народов нашей страны М. Т. Иовчук в своих трудах глубоко проанализировал идейно-философское наследие А. Н. Радищева, В. Г. Белинского, А. И. Герцена, Н. П. Огарева, Н. Г Чернышевского, Н. А. Добролюбова и других корифеев отечественной мысли. За монографию «Г. В. Плеханов и его труды по истории философии» М. Т. Иовчук удостоен премии имени Г. В. Плеханова. М. Т. Иовчук внес значительный вклад в исследование и освещение сущности и закономерностей культурной революции в СССР, в разработку вопроса о решающей роли марксистско-ленинской теории в прогрессе духовной культуры и становлении коммунистического мировоззрения советского народа. В его трудах раскрывается духовный мир советского человека-патриота и интернационалиста, глубоко преданного идеалам коммунизма.

При непосредственном участии ученого были подготовлены такие фундаментальные труды, как шеститомная «История философии» (переведенная на иностранные языки), «Очерки по истории философской и общественно-политической мысли народов СССР», «Развитие социалистического общества на современном этапе», «Духовный мир советского рабочего», «Социалистический рабочий коллектив», «Философские проблемы идеологической борьбы», «Философская энциклопедия» и многие другие.

М. Т. Иовчук — член Бюро Отделения философии и права АН СССР, председатель Научного совета АН СССР по истории общественной мысли, член редколлегии журнала «Вопросы философии», консультант Института марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. Ведя преподавательскую работу в Академии общественных наук при ЦК КПСС, Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова и других учебных заведениях, М. Т. Иовчук активно участвует в подготовке высококвалифицированных теоретических и преподавательских кадров.

XVI Всемирный философский конгресс

С 27 августа по 2 сентября 1978 г. в Дюссельдорфе (ФРГ) состоялся XVI Всемирный философский конгресс, в работе которого приняло участие свыше 1500 ученых из более чем 60 стран мира.

Главная тема конгресса — «Философия и наука в современном мире» — предполагала, что в центре внимания мировой философской общественности будут вопросы мировоззренческой и методологической ориентации современного научного познания, его связи с общественным прогрессом, с решением актуальных социальных проблем нашей эпохи. Как известно, современная буржуазная философия не только унаследовала от философии XIX в., но и в еще большей степени усилила и разнообразила противопоставление философии конкретным наукам о природе и обществе, отрыв философского знания от социального. Достаточно вспомнить, что на предыдущем XV Всемирном философском конгрессе (Варна, 1973 г.) буржуазная философская мысль львиную долю усилий приложила к тому, чтобы доказать, будто философия не наука, а наука не нуждается в философии. Поэтому выбор основной темы конгресса свидетельствует о том, что в результате объективного возрастания потребности современной науки в мировоззренческой ориентации развитие философии на мировой арене все отчетливее выявляет несостоятельность противопоставления философского и конкретно-научного знания. Следует, конечно, отметить, что далеко не все буржуазные философы, принявшие основную тему конгресса, выступили с действительно научным анализом важнейших мировоззренческих проблем современной науки. Некоторые из них пытались сблизить науку с мифологическим и религиозным мировоззрением, доказать, будто гипотетический метод современной науки равноценен мифологическим и религиозным построениям.

Основная тема конгресса предопределила и такую его особенность. Впервые в истории мировых философских форумов Международный организационный комитет официально пригласил в качестве докладчиков наряду с крупными философами крупных ученых-естествоиспытателей и обществоведов. Таким образом, коренные философские проблемы современного научного и социального прогресса философы обсуждали вместе с представителями многих конкретных областей научного знания — астрономами, физиками, биологами, психологами, математиками, экономистами, лингвистами и т. д. Отмечая это обстоятельство, необходимо иметь в виду, что марксистско-ленинской философии органически присуще неразрывное единство с частнонаучным знанием, что делегации советских философов на всемирные философские форумы всегда включали в себя представителей конкретных наук, разрабатывающих философские проблемы соответствующих отраслей научного познания. Все это означает, что в мировом философском процессе все сильнее начинают действовать те принципы развития философии и исследования мировоззренческих проблем частных наук, которые разработаны и получают дальнейшее творческое развитие в марксистско-ленинской философии.

В составе советской делегации, возглавлявшейся вице-президентом АН СССР академиком П. Н. Федосеевым, наряду с нашими ведущими философами в работе конгресса приняли участие видные представители естествознания — академики В. А. Амбарцумян, В. М. Глушков, Н. П. Дубинин и другие известные деятели науки. Представительная советская делегация включала 102 ученых из Академии наук СССР и академий наук союзных республик, из ведущих вузов страны и ряда ведомственных институтов. Всего от социалистических стран в конгрессе участвовали 325 ученых. Выступления советских философов, а также философов других социалистических стран Европы заняли значительное место в официальной программе конгресса.

Обсуждение основной темы конгресса было подразделено на восемь подтем, по каждой из которых состоялись пленарные заседания, секционные дискуссии и дискуссии на афишных сессиях: «Идея Вселенной», «Современная биология и ее вызов философии», «Сознание, мозг и внешний мир», «Научная и другие типы рациональности», «Проблема научного обоснования норм», «Овладение научно-техническим прогрессом», «Успехи и границы математизации», «Современные дискуссии об универсалиях».

Попытка задать тон, определить, в каком духе западная философия должна вести дискуссии по этим направлениям с философией марксизма-ленинизма, была сделана на открытии конгресса в речи президента ФРГ В. Шееля (W. Scheel) и в докладе председателя Всегерманского философского общества Г. Люббе (H. Lübbe). Приветствуя всех участников конгресса, В. Шеель тем не менее пытался бросить тень на философию марксизма-ленинизма и призвать западную философию к дискуссии с марксистами по вопросу о том, «каково отношение организованного общества, т. е. государства, включая и партии, к истине». Этот вопрос В. Шеель призывал решать с позиций либерального плюрализма, согласно которому «весь смысл демократии заключается именно в том, что она гарантирует каждому возможность считать истиной то, что он захочет,

поскольку он со своей стороны не ограничивает эту возможность для других». Тем самым В. Шеель призывал буржуазных ученых выступить против марксистского понимания демократии, которое в философском плане основывается на признании объективной истины и противоположно субъективистскому и релятивистскому пониманию истины. Кроме того, В. Шеель объявил сложные социальные проблемы современности и противоречия, которые раздирают капиталистическое общество, результатом сложившегося за многие столетия образа мышления, а не капиталистического общественного устройства. По его мнению, для решения этих проблем достаточно, может быть, небольшой корректировки нашего мышления.

В докладе Г. Люббе также отчетливо прозвучала установка на релятивизм, плюрализм и фальсификационизм в трактовке развития научного познания. При этом он пытался доказать, будто развитие науки после Просвещения все больше освобождает научное познание от мировоззренческих обязательств, ведет ко все большему падению значения мировоззренческого фактора, в том числе и философии.

Мировоззренческий нигилизм прозвучал в ряде докладов других буржуазных философов, которые пытались сблизить науку и религию, научные и ненаучные подходы к построению картины мира, объявляя их разными видами рациональности и требуя объединения научной рациональности с рациональностью интерсубъективного, непосредственного, экзистенциального познания и религиозной веры. Мировоззренческий нигилизм западной философии нашел также выражение в тех докладах буржуазных философов, которые по сути дела противопоставляли науку и этику как специфические формы общественного сознания и тем самым особые компоненты мировоззрения. Это противопоставление, в частности, нашло выражение в попытках некоторых западных философов отрицать возможность научного обоснования этических норм, а также в их нигилистическом отношении к проблеме истинности норм.

Однако преобладающей тенденцией на конгрессе стали не мировоззренческий нигилизм, не проповеди плюрализма в философии и политике, не попытки сближения научного и религиозного мировоззрения, не религиозно-идеалистические выводы из тех или иных положений современной науки и тех или иных ее нерешенных проблем, не шумная кампания идеологической «войны» против социалистических стран, а подлинно научные дискуссии о фундаментальных мировоззренческих проблемах современного научного прогресса в интересах всестороннего развития человека. И хотя тон в этих дискуссиях задавали философы-марксисты из социалистических и капиталистических стран, следует заметить, что и некоторые западные ученые, не являющиеся марксистами, выступали с позиций стихийно-материалистического научного мировоззрения, критиковали попытки некоторых своих коллег умалить роль философии и науки, поднять значение религиозно-идеалистического миропонимания.

В докладах и выступлениях советских ученых, а также ученых-марксистов из социалистических и капиталистических стран была обстоятельно раскрыта роль мировоззрения, в том числе и философского его компонента, в решении сложных проблем современного научного познания, показана плодотворность союза естественных и общественных наук с подлинно научной философией, какой является диалектический и исторический материализм, убедительно продемонстрирована несостоятельность идеалистических и метафизических мировоззренческих установок, философского и политического плюрализма, эпистемологического релятивизма и фальсификационизма.

В ходе дискуссии по проблемам космологии философы-марксисты убедительно показали, что диалектико-материалистическое учение о всеобщей связи и развитии послужило весьма плодотворным исходным принципом формирования теоретических представлений о Вселенной и ее эволюции, который получает все более основательное эмпирическое подтверждение в современной астрофизике.

Научная значимость диалектико-материалистического подхода к анализу мировоззренческих проблем современной науки отчетливо выявилась и в дискуссии по проблемам сознания. В докладах крупных западных физиологов, выступивших по этим проблемам, полностью игнорировалась социальная природа сознания, подчеркиваемая диалектико-материалистической философией. В результате, как показали философы и ученые-марксисты, все многообразие явлений сознания сводилось в указанных докладах к его простейшим, элементарным формам, закрывая путь к подлинному решению проблемы сознания.

Плодотворность диалектико-материалистической мировоззренческой ориентации современной науки выявилась и в дискуссиях по философским проблемам современной биологии, математизации научного познания, овладения научно-техническим прогрессом. Дюссельдорфский конгресс показал, что новейшие достижения астрономии, физики, биологии, математики и других наук, с одной стороны, имеют большое мировоззренческое значение, вносят большой вклад в конкретизацию общей научной картины мира, а с другой — получают правильную мировоззренческую интерпретацию лишь с позиций диалектико-материалистической философии, развивая и конкретизируя те или иные ее положения.

Значительное место на конгрессе заняло обсуждение не только мировоззренческих проблем науки, но и жизненно важных социальных проблем современной эпохи, прежде всего проблем борьбы за мир и безопасность народов. В рамках конгресса состоялся специальный коллоквиум «Наука и мир», на котором отчетливо выявилось стремление философов различных стран активно содействовать борьбе за мир и разрядку международной напряженности. При этом не только философы-марксисты, но и многие представители западной философской мысли подвергли критике попытки определенных империалистических кругов воспрепятствовать дальнейшему развитию разрядки, вернуть мир к временам «холодной войны». Работа коллоквиума завершилась принятием обращения к философам всего мира, в котором содержится призыв усилить борьбу за мир, всеобщее и полное разоружение, безопасность народов.

Большое место вопросы борьбы за мир заняли и на состоявшемся в рамках конгресса диалоге между философами-марксистами и философами-христианами. В результате диалога было подчеркнуто, что для решения ряда актуальных проблем современности и прежде всего проблем мира и разрядки, ликвидации классового гнета и расизма существует не только необходимость, но и возможности сплочения всех людей, независимо от того, какой мировоззренческой ориентации — христианской или марксистской — они придерживаются.

Наконец, на заседании генеральной ассамблеи Международной федерации философских обществ была принята специальная резолюция, призывающая философские общества активно поддерживать движение мировой общественности за мир и разрядку международной напряженности.

Таким образом, весь ход конгресса свидетельствует, что за истекшие пять лет позиции марксистско-ленинской философии на международной арене стали еще более прочными. Марксистское понимание философских проблем современной эпохи, марксистские подходы к их решению находятся в настоящее время в центре мирового философского процесса.

IX Всемирный социологический конгресс

В августе 1978 г. в Уппсале (Швеция) проходил IX Всемирный социологический конгресс, организованный Международной социологической ас-

социацией (МСА), которая в 1979 г. отмечает тридцатилетие своего существования.

На конгрессе присутствовало около 3,5 тыс. человек. Значительная часть их прибыла из развивающихся стран, где социологическая наука приобретает все больший вес и авторитет в связи с тем, что народам, недавно освободившимся от колониального ига и стремящимся найти наиболее эффективные пути преодоления унаследованной от колониализма экономической и культурной отсталости, необходимо в короткие исторические сроки решить ряд сложных социальных задач. Поскольку же интерес к социологии неизбежно перерастает в интерес к тем социальным идеалам, которые она утверждает и защищает, постольку присутствие на конгрессе больших делегаций из развивающихся стран пролило новый свет на противоборство марксистского и буржуазного подходов к анализу современных общественных процессов Дело в том, что тема конгресса — «Пути социального развития» — позволила непосредственно связать решение теоретико-социологических проблем с анализом перспектив тех социально-экономических преобразований, которые осуществляются в развивающихся странах.

Поэтому наряду с обсуждением традиционных для такого рода конгрессов проблем (роль социологии в современном мире, изменение социальной структуры, политика в сфере науки, образования и культуры, проблемы семьи, молодежи, старшего поколения и т. д.) важное место заняла дискуссия по вопросам оценки исторического опыта капитализма и социализма и обоснования «оптимальных моделей развития»

Темы пленарных заседаний были сформулированы следующим образом: 1) теории, модели и идеологии развития; 2) процессы, противоречия, конфликты в преобразовании современных обществ; 3) стихийность и планирование в общественном развитии; 4) общества, культуры и цивилизации: автономия и взаимосвязь.

Как и на предыдущих конгрессах, противоборствующие идеологические силы концентрировались, с одной стороны, вокруг марксизма, с другой — вокруг буржуазных, главным образом американских, социологических школ. Причем влияние марксизма, несмотря на все новые попытки «критики» его методологических принципов и его реального воплощения в жизнь в странах социалистического содружества, вопреки опошлению коммунистических идей маоистами и левыми экстремистами возрастает от конгресса к конгрессу. Обращаясь к участникам конгресса в Уппсале, бывший президент Международной социологической ассоциации Т. Боттомор (T. Bottomore, Великобритания) отметил, что современный период развития мировой социологической мысли характеризуется «расцветом марксистского направления». Растущее разочарование в традиционных буржуазных социологических теориях, не способных, по выражению избранного на конгрессе нового президента МСА У. Химмельстранда (U. Himmelstrand, Швеция), «ответить на кардинальные вопросы человеческого бытия», прозвучало и в ряде других выступлений представителей западных и развивающихся стран.

Вместе с тем трибуна конгресса была использована некоторыми его участниками для повторения уже известных и апробации некоторых новых приемов «приспособления» марксизма к удовлетворению идеологических потребностей современной буржуазии.

«Отделение» К. Маркса от марксизма в современной буржуазной социологии началось еще до конгресса в Уппсале. В частности, ряд западных теоретиков выступили с концепцией, согласно которой социализм, о котором писал Маркс, нигде в мире так и не стал реальностью, поэтому марксизм, утверждают они, является лишь религией, верой, утопией, которые могут стимулировать общественное развитие, но неосуществимы на практике. Эта лицемерная, игнорирующая всемирно-исторические победы реального социализма логическая посылка использовалась в качестве основания для вывода о том, что якобы Бернштейн с его ренегатским по отношению к рабочему классу лозунгом «Конечная цель — ничто, движение — все!» в настоящее время «торжествует» над Марксом, доказавшим, как известно, не только возможность, но и неизбежность социализма и коммунизма.

Сравнение же марксистского учения с религией понадобилось новоявленным претендентам на имя Маркса для того, чтобы на основе опять-таки чисто формального сопоставления истории марксизма с историей христианства подкрепить давно уже выдвинутую ревизионистами идею о том, что «поливариантность» марксизма будто бы «способствует» его распространению и утверждению так же, как неоднократные расколы христианства помогли ему приспосабливаться к многообразию изменяющихся исторических условий.

Социологи-марксисты, опираясь на большой и многообразный эмпирический материал, убедительно опровергли эти новые попытки приспособления марксизма к буржуазному мышлению. Показав огромную сложность и противоречивость исторических условий, в которых происходило становление реального социализма, они аргументированно раскрыли последовательно гуманистический и демократический характер социально-экономического строя, созданного в странах социалистического содружества в соответствии с учением К. Маркса, Ф. Энгельса и В. И. Ленина. Это учение, подчеркнул председатель Президиума Советской социологической ассоциации, член Исполкома МСА Х. Н. Момджян, является вершиной развития мировой науки. И так же, как не может быть, например, восточноевропейских, западноевропейских, азиатских, американских и т. д. физических теорий, немыслим и «поливариантный» марксизм. Марксистская социология отражает социальную действительность в единстве ее общих и специфических черт. Как всякая диалектическая теория, она учитывает особенности места и времени и решительно выступает как против игнорирования, так и против абсолютизации этих особенностей. Полемика по вопросам марксизма и реального социализма принимала на конгрессе подчас весьма острые формы. Так, на втором пленарном заседании один из членов делегации США пытался доказать родственность и даже тождественность социально-экономических систем современной Румынии и... фашистской Италии, а западногерманский социолог Э. Шойх (E Scheuch) утверждал, будто бы ГДР не является социалистическим государством Однако эти выступления не только получили должный отпор со стороны социологов социалистических стран, но и вызвали откровенно ироническую реакцию значительной части аудитории.

Конгресс показал, что определенные изменения произошли и в арсенале самой буржуазной социологии Так, наряду с технологическим детерминизмом, выступавшим в качестве ее «новейшего слова» на Торонтском конгрессе (1974 г.), получает распространение так называемый экономический детерминизм. Однако сторонники последнего трактуют экономику как совокупность преимущественно хозяйственных и технически-организационных факторов, выводя за ее пределы главный объективный фактор общественно-исторического развития — производственные отношения. На конгрессе выявилась также тенденция дальнейшего роста влияния сравнительно нового подхода к исследованию социальных процессов в капиталистических странах — теории конфликтов, или конфликтологии. Ее сторонники завоевали популярность относительно острой критикой некоторых сторон социальной жизни современного буржуазного общества. Однако этот подход не затрагивает самых глубинных основ социальных конфликтов — экономических противоречий, поэтому не доводит анализа конфликтных ситуаций до признания первенствующей роли классовой борьбы в общественно-историческом развитии.

Буржуазными социологами высказывались также идеи, свидетельствующие о том, что некоторые из них

допускают существование объективных законов социально-исторического развития, однако все же отрицают всеобщность этих законов, ограничивая их действие определенными географическими и временными рамками.

Большим многообразием ныне отличается и постановка в буржуазной социологии вопроса о соотношении науки и идеологических ценностей. На место однозначному требованию «деидеологизации» науки приходит признание неизбежности и даже плодотворности влияния идеологии на социологические исследования.

Однако при этом «узкоидеологические» ценности противопоставляются общечеловеческим. Иначе говоря, классовость идеологии по-прежнему рассматривается (независимо от исторической роли класса) как фактор, препятствующий научному познанию.

Разумеется, нельзя ожидать от буржуазных социологов сколь-либо кардинального изменения своих методологических позиций, однако даже те перемены теоретических декораций, которые проявились на конгрессе, во многом симптоматичны Они свидетельствуют прежде всего о продолжающихся сдвигах в общественном мнении и общественном сознании капиталистических и развивающихся стран, о росте популярности марксистско-ленинского мировоззрения во всем мире и о настойчивом стремлении буржуазных социологов отразить эти настроения и приспособиться к ним.

Идеологическая борьба и мировой революционный процесс

Как известно, главное содержание современной эпохи составляет процесс перехода от капитализма к социализму, начатый более 60 лет назад Великой Октябрьской социалистической революцией. Мировой революционный процесс развертывается по всей планете и развивается во многообразных формах. Проблемы этого процесса находятся в центре идеологической борьбы. Активную роль в его углублении играет марксизм-ленинизм, который вырос в крупнейшую идейную силу современности и влияние которого распространилось на все континенты, на самые отдаленные районы планеты. «Идеологическая борьба и мировой революционный процесс» — так названа выпущенная в свет издательством «Мысль» в 1978 г. монография под редакцией академика М. Б. Митина В ней дана характеристика основных особенностей мирового революционного процесса и проблем идеологической борьбы, убедительно показано, что все виды и формы идеологической борьбы неразрывно связаны с общим развитием мирового революционного процесса. Поэтому любой ее аспект может быть адекватно осмыслен лишь в соответствии с многоплановым революционным процессом.

Могущество мирового социализма, единство и солидарность стран социалистического содружества представляют собой главную революционную силу, оказывающую определяющее влияние на весь ход мирового общественного развития.

В области экономики основой единства социалистических стран является общественная собственность на средства производства, объединяющая людей в национально-государственном масштабе, создающая условия для планомерного развития народного хозяйства данной страны и в то же время соответствующая потребностям процесса интернационализации хозяйственной жизни.

В области социальной основу такого единства составляет общность коренных интересов трудящихся — рабочего класса, крестьянства, интеллигенции — в строительстве нового общества и защите социалистических завоеваний. Единство интересов социалистических стран обусловлено и однотипностью их государственного строя.

В книге раскрывается сущность различных буржуазных концепций, направленных против единства социалистических стран, марксистско-ленинского понимания социалистического интернационализма, соотношения национального и интернационального, общего и особенного, проникнутых духом антисоветизма.

Как известно, одно из наиболее существенных изменений, происшедших за последние годы в расстановке социальных сил в мире, связано с усилением национально-освободительного движения колониальных и зависимых народов. Важное место отведено в книге проблемам идеологической борьбы в освободившихся странах Азии и Африки. В настоящее время народы огромных континентов, недавно сбросившие цепи колониального рабства, переживают процесс формирования идейных течений. Идеологическая борьба в развивающихся странах развертывается в сложной обстановке: многообразие социально-экономических и политических условий, неграмотность бо́льшей части населения, зачастую недостаточно высокий уровень развития пролетариата, значительное влияние буржуазной идеологии. Вместе с тем в такой обстановке, характеризующейся поисками нового пути развития, открываются большие перспективы для утверждения передового революционного мировоззрения.

В настоящее время в политическом, экономическом и социальном развитии освободившихся стран происходят важные сдвиги. Авторы отмечают главные направления этих перемен, которые связаны с перенесением центра тяжести в развитии промышленности на государственный сектор, ликвидацией феодального землевладения, национализацией иностранных предприятий, направленной на установление эффективного контроля над своими природными ресурсами, с формированием собственных национальных кадров и др.

Широкое распространение в развивающихся странах получили социалистические течения и взгляды. Марксизм-ленинизм исходит из того, что между ними и научным социализмом нет непреодолимой стены, как не существует ее и между национально-освободительной и социалистической революциями. В настоящее время происходят расширение и углубление национально-освободительных революций, которые по своим целям, размаху и характеру нередко выходят за рамки буржуазно-демократических преобразований.

Появление во многих развивающихся странах различных социалистических доктрин — это результат огромных успехов мировой социалистической системы и роста влияния социалистических идей, завоевывающих все большие массы трудящихся

Победа принципов мирного сосуществования и глубокие потрясения социально-экономических основ капиталистического строя привели к ломке сложившихся представлений, подрыву иллюзий, используемых для апологетики капитализма; одновременно пришли в упадок многие теории, возникшие после второй мировой войны. Вместе с тем все более острый характер приобретает идейно-политическая борьба вокруг вопросов, связанных с дальнейшим углублением разрядки международной напряженности и кризисом современного капитализма.

Авторы рассматривают становление и развитие государственно-монополистического капитализма после второй мировой войны, влияние научно-технического прогресса на концентрацию экономики индустриально развитых капиталистических стран, роль буржуазного государства в экономической жизни, а также различные буржуазные теории по вопросам дальнейшего развития капиталистического общества

Большое внимание уделено месту и роли рабочего класса в экономически развитых странах капитализма и идейной борьбе. Атаки на учение о революционной роли пролетариата, ведущиеся под флагом «постиндустриальной» футурологии, мелкобуржуазно-радикального авангардизма или правого ревизионизма, имеют ярко выраженную антикоммунистическую направленность. И как справедливо отмечают авторы, они предпринимаются в расчете на подрыв и расшатывание теоретических основ и главной социальной базы коммунистического движения. В книге убедительно разоблачаются различные буржуазные концепции, которые дискредитируют современный рабочий

класс капиталистических стран и пытаются свести на нет классовую борьбу пролетариата

Немаловажную роль в современной борьбе идей ныне играет и интеллигенция капиталистических стран. Необходимо отметить, что общественное положение интеллигенции не тождественно ее социальной функции. Последняя состоит в обобщении и развитии человеческих знаний, в осмыслении и оформлении идей, в создании и распространении культуры. Но поскольку борющиеся друг с другом классы преследуют противоположные цели, каждый класс заинтересован в своем собственном интеллектуальном представительстве, в создании «своей» интеллигенции.

В книге анализируются рост и дифференциация интеллигенции в капиталистическом мире, критикуются концепция так называемой технократии, находящей поддержку среди некоторой части инженерно-технической интеллигенции, социальный пессимизм и политический «нейтрализм», характерные для широких кругов гуманистически ориентированной интеллигенции, отвергающих буржуазные «ценности», но все же не желающих или не решающихся стать на сторону социализма. Показывается, что не только меняющееся социально-классовое положение, но и сама общественная функция интеллигенции побуждают все большее число ее представителей вступать в конфликт с буржуазным обществом, приходить к пониманию социализма.

Одна из глав книги посвящена проблемам мирного сосуществования, разрядке напряженности в условиях идеологической борьбы. Рассмотрение этих проблем в неразрывной связи с реальными процессами общественного прогресса позволяет осуществить научный анализ международной жизни и дать ответ на следующие вопросы: благодаря каким факторам возможность мирного сосуществования стала воплощаться в действительность; каково соотношение между мирным сосуществованием и общественным прогрессом; какое воздействие оказывает политика мирного сосуществования на современную идеологическую борьбу и каковы основные буржуазные фальсификации этой политики.

Кроме того, большое внимание уделяют авторы борьбе идей в философии. На богатом фактическом материале убедительно разоблачаются различные буржуазные теории, которые еще раз подтверждают кризис философского мировоззрения современного капиталистического общества. Вопросы об отношении философии и идеологии, а также трактовка проблем революции, перспектив развития общества, революционных движений эпохи являются предметом идеологической борьбы на философском фронте.

Далее в книге рассматриваются рост объективных противоречий капитализма и углубление кризиса буржуазной политэкономии, дается критика основных направлений буржуазных политэкономических теорий.

Современный капитализм характеризуется обострением всей системы социально-экономических противоречий. В мировом капиталистическом хозяйстве все более нарастают противоречия между империалистическими и развивающимися странами, между самими империалистическими державами.

В условиях разрядки международной напряженности, дальнейшего развертывания общего кризиса капитализма, развития мирового революционного процесса буржуазные социологи с особой изощренностью стремятся опровергнуть марксистско-ленинское учение об идеологии, о специфике духовных явлений в условиях социалистического и капиталистического общества, классовом характере идеологии, ее социальных функциях и связях с пропагандой, со всей воспитательной работой коммунистических партий. Они противопоставляют марксизму-ленинизму свою социальную философию, направленную на сохранение эксплуататорского строя.

Авторы монографии выявляют сущность новейших буржуазных концепций манипулирования массовым сознанием, показывают крушение иллюзий буржуазных теоретиков. В эпоху перехода от капитализма к социализму передовые общественные идеи, научная идеология играют всевозрастающую роль в социальной деятельности, поведении людей, управлении социальными процессами, в мировом противоборстве противоположных общественных систем.

Сионизм — орудие реакции

Борьбе прогрессивных сил против реакционной идеологии и антинародной, контрреволюционной деятельности сионизма посвящена монография «Идеология и практика международного сионизма. Критический анализ» (коллектив авторов. Ред. коллегия: академик М. Б. Митин, доктор философских наук Е. Д. Модржинская, кандидат исторических наук Е. С Евсеев. М., Политиздат, 1978).

В широком смысле слова под сионизмом следует понимать шовинистическую идеологию крупной еврейской буржуазии. Это также политическое движение, располагающее своими организациями, учреждениями, средствами массовой информации и т. п. Сионизм все более агрессивно выполняет роль одного из штурмовых отрядов империализма.

Иногда (условно) используется понятие сионизма в более узком смысле: когда имеется в виду официальная идеология правящих кругов Израиля, их политика, связанные с империалистической финансово-промышленной олигархией других стран (в том числе и еврейской) и с иудейским клерикализмом.

Эта книга о международном сионизме, подготовленная авторским коллективом Института философии Академии наук СССР, органически сочетает философско-социологическое исследование с новейшим документальным материалом, характеризуется новым уровнем рассмотрения проблемы в аспектах идеологии, политики и новейшей истории.

Теоретическое наследие коммунистического учения органично выступает в книге как неотъемлемая исходная позиция для подлинно марксистского исследования вопроса. Подчеркнуть это важно, потому что история сионизма и его нынешняя идеология и политика — объект многочисленных фальсификаций и извращений со стороны буржуазно-националистических, праворевизионистских и прочих теоретиков.

Политизация религиозных догм иудаизма — существенная тенденция развития идеологии сионизма. Избрав именно религию для теоретического «обоснования» своих претензий на гегемонию, сионизм грубо искажает при этом и историю религии, и социальную роль иудаизма. В действительности религиозная идеология еврейской буржуазии проникнута узким практицизмом, духом наживы, хотя служители ее и претендуют на роль монопольных хранителей высокой морали и «воспитателей» всего человечества.

К теоретическим основам сионистской идеологии относится и концепция «всемирной еврейской нации». Проповедь национальной исключительности предопределила шовинизм этой сионистской теории. Используя иудаистские постулаты «богоизбранности» евреев, а также сионистские теории «классового мира» и «единения» всех евреев (под лозунгом их религиозной общности), она имеет расистскую направленность. Ее социально-политические цели обусловлены планами империалистической экспансии. В социологическом отношении концепция «всемирной еврейской нации» исходит из сугубо идеалистических представлений о понятии нации, обращаясь к неким «объединяющим» надклассовым духовным символам, к культурническим или расовым факторам, якобы выделяющим данный народ и объясняющим его особое положение в мире, особую роль в обществе. С позиций материалистического учения о нациях советские ученые убедительно показывают научную и методологическую несостоятельность подобных конструкций.

Важнейшее место в идеологических диверсиях сионизма занимает спекуляция на мифе об «извечности» антисемитизма, который якобы необъяс-

ним, иррационален, коренится в подсознании. Между тем, как было блестяще доказано В. И. Лениным, антисемитизм — явление историческое, классовое, это порождение капитализма. Антисемитизм — коварное оружие в руках крупной еврейской буржуазии, использующей его для удержания своего влияния, для распространения расистских идей. Реакционеры издавна разжигали антисемитизм, чтобы отвлечь народные массы от классовой борьбы. И в наши дни сионистский постулат о превалировании так называемых «национальных еврейских интересов» над классовыми интересами и долгом в отношении государства-родины используется для противопоставления рабочих и крестьян еврейского происхождения всем остальным, для раскола единого рабочего движения. Попытки сионистов представить свое движение как реакцию на антисемитизм терпят полный крах. Антисемитизм отмирает повсюду, где побеждает социализм. Однако сами сионисты продолжают все более злобные наветы на страны социализма, пустив в ход даже словечко «неоантисемитизм». Этот ярлык они приклеивают вообще всякому противнику сионизма. Следует обратить внимание в этой связи на сионистский вариант социал-реформизма; его буржуазно-националистическая сущность, маскируемая псевдосоциалистической фразеологией, показана в книге остро и аргументированно.

Специальная глава книги посвящена развенчанию мифа о единой «национальной еврейской культуре», который базируется на идеалистических основаниях, да и саму культуру рассматривает с абстрактных внеклассовых позиций, сводя ее к религии, к языковой общности. Философскими источниками этих культурологических концепций являются неокантианские идеи Г Когена (H. Cohen), феноменология Э. Гуссерля (E. Husserl), интуитивизм А Бергсона ((A. Bergson), а также идеалистический биологизм З. Фрейда (Z. Freud). Иначе говоря, заимствуются преимущественно иррационалистические, фидеистические, мистические элементы, «подправленные» моралистическими притязаниями. Идеология эта имеет самый широкий выход в политическую практику сионистских организаций, которые используют культурническую деятельность для подрывной работы, идеологических диверсий.

В книге убедительно разоблачаются идеологические и политические диверсии сионизма против социализма, а также расистская политика Израиля на Ближнем Востоке. Эти акции направляют и координируют соответствующие международные организации сионизма, в работе которых принимают участие и видные американские социологи — специалисты по так называемой «советологии» — Г. Моргентау (H. Morgenthau), Л Шапиро (L. Shapiro) и др. Антикоммунистические пропагандистские кампании оснащены теперь демагогией о «защите интересов евреев». Ссылаясь на расистские постулаты сионизма («богоизбранность всемирной еврейской нации» и подчиненность ее единому центру независимо от гражданства и государственных границ), империализм осуществляет грубое вмешательство во внутренние дела других стран под предлогом оказания покровительства их гражданам еврейского происхождения. При этом самым вопиющим образом нарушаются нормы международного права.

Сионизм активно отвергает разрядку международной напряженности, разжигает милитаристский угар, антикоммунистическую истерию. Помимо классовых причин, важную роль играют здесь и захватнические планы Израиля — политического и военного форпоста империализма на Ближнем Востоке. Наглядный пример сионистского расизма — бесчеловечная практика попрания прав арабского народа Палестины.

На примере сионизма в царской России авторы показывают глубокие внутренние связи сионистского движения с силами контрреволюции. Еврейская буржуазия создала в России широкую систему партий и союзов, которые удерживали под своим влиянием и контролем значительные слои еврейской интеллигенции и мелкой буржуазии. Лучшие же представители немногочисленного еврейского пролетариата вели непримиримую борьбу с сионизмом, объединялись вокруг партии большевиков, строящей всю свою деятельность на принципах пролетарского интернационализма.

С первых дней существования Советской власти международный сионизм занял активную антисоветскую позицию, которая определялась классовой ненавистью к коммунизму. Сионизм сотрудничал с силами крайней реакции вплоть до пособничества фашизму. Особенно агрессивно выступают в настоящее время сионистские организации в США, где сионистский капитал достиг 1,5 триллиона долларов, превысив валовой национальный продукт Америки. Сионистские центры контролируют до 80% американских и международных западных информационных агентств. Они выпускают более тысячи наименований периодических изданий в 67 странах мира. Антикоммунистическая деятельность сионизма связана с диверсиями, террористическими акциями, используется гигантская система дезинформации, клеветы, одурманивания масс.

В самом Израиле сионизм разоблачил себя как злейший враг трудящихся. В стране усиливается гнет эксплуататоров, нарастает тенденция к фашизации общественно-политической жизни. В этих суровых и тяжелых условиях мужественную борьбу за демократию, мир и социализм ведут коммунисты Израиля.

Глубоко научный и весьма богатый материал — теоретический и фактический — изложен публицистично, остро и доходчиво, что делает данный труд ученых доступным широким массам читателей.

ЭКОНОМИКА

Основной экономический закон социализма: благосостояние, эффективность, пропорциональность

В поступательном движении развитого социализма возрастает роль научного познания форм действия его экономических законов и прежде всего основного закона, выражающего высшую цель социалистического производства в единстве со средствами ее достижения

Это выдвигает перед экономической наукой ряд принципиально новых задач, требует строго научного обоснования содержания и функций основного закона, анализа форм его действия, адекватных возросшему уровню зрелости социалистических производственных отношений. Значительный вклад в разработку названных проблем вносит подготовленная коллективом ученых Института экономики АН СССР монография «Основной экономический закон социализма» (под редакцией доктора экономических наук В. Н. Черковца. М., «Наука», 1978).

Отличительная особенность книги — многоплановый подход авторов к проблеме. Исследование основного закона ведется в единстве исторического, логического и народнохозяйственного аспектов. В то же время все аспекты анализа подчинены решению главной задачи — поиску непосредственных форм действия основного закона как регулятора социалистического производства и определению важнейших направлений его использования в народнохозяйственной практике.

Качественная и количественная определенность основного экономического закона социализма раскрывается в монографии через характеристику его функций: функции благосостояния, критерия эффективности и оптимальной пропорциональности социалистического производства. В первой (и главной) функции основного закона выражается коренная черта его содержания — подчинение планомерно организованного общественного производства росту благосостояния и всестороннему развитию всех членов общества.

Вторая функция основного закона связана с определением социально-

экономического критерия эффективности. Авторы показывают, что наиболее общим выражением эффективности общественного производства является уровень производительности общественного труда. Вместе с тем каждому способу производства присущ и свой, специфический подход к мере эффективности производства, определяемый основным законом. Специфическая мера эффективности социалистического производства характеризуется реализацией его высшей цели в соотношении с динамикой затрат общественного труда.

В книге обстоятельно аргументируется и последовательно проводится мысль о том, что на этапе развитого социализма социально-экономическая эффективность становится ключевым аспектом анализа эффективности общественного производства.

Интересно предложенное в монографии решение вопроса о взаимосвязи народнохозяйственного критерия эффективности и критерия эффективности локального звена.

Большое внимание уделяют авторы характеристике третьей функции основного закона. На этапе развитого социализма он утверждается как высший критерий оптимальной пропорциональности общественного производства. В связи с этим более отчетливо выявляются определяющие черты нового исторического типа динамичной структуры воспроизводства, отвечающего высшей цели социалистического производства, задачам дальнейшего совершенствования и развития социалистического образа жизни.

В монографии проанализированы важнейшие пропорции социалистического производства в аспекте их адекватности потребностям максимизации ресурсов благосостояния. На обширном конкретно-статистическом и расчетном материале охарактеризованы пропорции между накоплением и потреблением, материальным производством и сферой услуг, показана внутренняя структура фонда благосостояния и всестороннего развития личности и закономерности ее изменения, даны количественные оценки «вклада» сферы услуг в реализацию высшей цели социалистического производства. Весь ход исследования народнохозяйственных пропорций приводит к выводу, что на этапе развитого социализма по мере усиления всесторонней интенсификации общественного производства возрастает роль основного закона как непосредственного регулятора структуры материальных пропорций.

Важным аспектом анализа основного закона является его научное обоснование как закона движения к высшей фазе коммунистического общества. В связи с рассмотрением данного вопроса в монографии исследуется роль основного закона в процессе превращения труда в первую жизненную потребность, в формировании материально-технической базы коммунизма и в перерастании всей системы социалистических производственных отношений в коммунистические.

Авторы характеризуют социализм как общественный строй, исторической миссией которого являются всестороннее развертывание научно-технической революции и создание на ее основе материально-технической базы коммунизма. Труд, ставший освобожденным в силу революционного изъятия средств производства у капиталистов, постепенно освободится и от тех ограничений, которые связаны с уровнем развития производительных сил. Тем самым будут ликвидированы существенные социально-экономические различия между умственным и физическим трудом, преодолена последняя ступень восхождения общества к полной социальной однородности в сфере материального производства.

Исследуя основной закон, авторы обсуждают дискуссионные и пока недостаточно разработанные аспекты данной проблемы, стремятся найти их наиболее рациональное решение. Некоторые положения выдвигаются в порядке постановки вопроса.

Эффективность научно-технического прогресса

Обобщению опыта теории и практики управления научно-техническим прогрессом посвящена монография «Эффективность научно-технического прогресса. Вопросы управления» (ответственный редактор член-корреспондент АН СССР Л. М. Гатовский. М., «Наука», 1978).

XXV съезд КПСС определил, что управление научно-техническим прогрессом должно быть ориентировано на повышение народнохозяйственной эффективности новой техники. В соответствии с этим в книге, подготовленной коллективом авторов Института экономики АН СССР, освещен широкий круг вопросов: методы расчета народнохозяйственной эффективности новой техники; методические подходы к определению хозрасчетного и социально-экономического эффекта; различные аспекты совершенствования управления научно-техническим прогрессом в условиях хозяйственного расчета предприятий и объединений.

Рассмотрение вопросов управления научно-техническим прогрессом начинается в монографии с главы, посвященной комплексным программам научно-технического прогресса, которые можно охарактеризовать как взаимоувязанный по ресурсам, времени и исполнителям планируемый комплекс научно-технических, производственных и организационных мероприятий, объединенных конечной целью и осуществляемых под единым организационно-экономическим руководством. Показана роль и место программ в системе планового управления научно-техническим прогрессом; выделены наиболее эффективные виды программ (программы создания систем и комплексов машин, принципиально новых технологий и орудий труда, способных коренным образом изменить характер и условия труда; программы повышения технического уровня производства); рассмотрена структурная разработка программы, система основных показателей, финансирование.

В системе управления научно-техническим циклом наука — производство важную роль играет начальная стадия — этап исследований и разработок. Специфические отличия сферы науки от материального производства порождают трудности в создании единой сквозной системы планирования и стимулирования, в применении методов хозяйственного расчета в научно-исследовательских и проектно-конструкторских организациях. Анализу тенденций совершенствования управления научно-техническими разработками и опытным производством, вопросам ускорения процесса создания новой техники в научно-производственных объединениях отведено видное место в монографии. Предметом анализа являются теоретические вопросы и достижения практики.

Проблемам совершенствования экономического стимулирования освоения и внедрения новой техники посвящены заключительные главы книги. Практика внедрения новой техники показывает, что предприятия, осваивающие ее, испытывают трудности в покрытии издержек эксплуатации в первые годы и часто не получают тот эффект, на основании которого было принято решение о внедрении. Причины, делающие технику неэффективной, лежат как в несовершенстве механизма образо-



ГЕРМАНИЯ. Германское почтовое ведомство предполагает установить в Берлине телефонное сообщение для частных лиц, торговых и промышленных заведений и т. п. Лица и заведения, желающие пользоваться таким сообщением, платят от 25 до 30 рублей в год за версту телефонной проволоки, причем казна принимает на свой счет как установку самого сообщения, так и доставку аппаратов. Контракты с почтовым ведомством заключаются на 4 или на 2 года, смотря по длине проволоки.

«Нива», № 25, 1880 г.

вания фондов (фондов освоения новой техники, развития производства, материального поощрения), так и в практике технического перевооружения производств. На примере текстильной промышленности показано, что некомплексное внедрение оборудования ведет к неэффективности его использования.

Исследования авторов направлены на создание такого механизма управления, в котором использование экономических рычагов: плана, цены, прибыли, специальных фондов, кредита, премии позволило бы сделать новую технику выгодной с первого года ее выпуска как для изготовителей, так и для потребителей. На основе рассмотрения недостатков практики освоения новой техники предлагаются меры по совершенствованию механизма управления. Так, например, важнейшим условием обновления техники выдвигается обязательное применение ступенчатых цен.

Страны социализма: экономический рост и место в мирохозяйственных связях

В настоящее время большинство социалистических стран вступило в новую стадию хозяйственного строительства, на которой решаются качественно новые экономические задачи. Центральной проблемой экономики развитого социализма становится повышение эффективности народного хозяйства, рост производительности труда. Это обусловливает особую актуальность обобщения уже достигнутых результатов и вскрытия на этой основе дополнительных источников — национального и международного характера — интенсификации социалистической экономики.

В этой связи представляют значительный интерес выпущенные издательством «Наука» в 1978 г. коллективные работы, подготовленные сотрудниками Института экономики мировой социалистической системы АН СССР: «Социально-экономическое развитие стран социализма в 1971—1975 гг.» (ответственные редакторы доктор экономических наук А. И. Петров и кандидат экономических наук В. А. Кайе) и «Страны СЭВ в мирохозяйственных связях» (ответственный редактор доктор экономических наук Н. П. Шмелев).

В монографии «Социально-экономическое развитие стран социализма в 1971—1975 гг» дан анализ развития экономики социалистических стран за указанные годы. Характеризуя это пятилетие, товарищ Л. И. Брежнев отмечал на XXV съезде КПСС, что это были «...годы неуклонного подъема стран социализма, их уверенного поступательного движения к развитому социалистическому обществу, к коммунизму»*. В книге дан обстоятельный анализ решения больших и сложных социально-экономических задач, выдвинутых на пятилетие коммунистическими и рабочими партиями. Рассматриваются все важнейшие аспекты внутриэкономической жизни социалистических стран. При этом удачная структура монографии позволяет осветить как специфически национальный, так и общезначимый практический опыт социалистического и коммунистического строительства.

Сочетание количественного и качественного методов исследования дает авторам возможность проследить масштабы и направления происходящих в народном хозяйстве данной группы стран важных структурных сдвигов и высказать ряд интересных положений методологического и прогнозного характера. Выявляя положительное влияние структурных изменений на процесс интенсификации социалистического производства, авторы справедливо отмечают, что эти изменения все в большей мере определяются также участием социалистических стран в международном разделении труда (особенно в рамках СЭВ)

* Материалы XXV съезда КПСС. М., Политиздат, 1976, с. 6.

Важное место в книге занимает рассмотрение комплексных мероприятий, планируемых в социалистических странах в целях дальнейшего повышения эффективности народного хозяйства. При этом особо подчеркивается всевозрастающая и становящаяся определяющей роль научно-технического фактора в достижении намеченных целей.

Широкое использование международных сопоставлений по важнейшим социально-экономическим показателям с ведущими капиталистическими странами, безусловно, расширяет фактологическую базу анализа и способствует более четкому уяснению общемировых тенденций в различных сферах экономической жизни.

Работа «Страны СЭВ в мирохозяйственных связях» в определенной мере дополняет и развивает те положения рассмотренного выше исследования, которые относятся к участию социалистических стран в международном экономическом сотрудничестве, в частности, их внешнеэкономические связи с развивающимися и развитыми капиталистическими странами.

Исследование представляет собой новый шаг в изучении условий и предпосылок максимально эффективного включения стран социализма в мировую экономику. Актуальность данной проблемы очевидна. «Одна из особенностей нашего времени, — отмечал товарищ Л. И. Брежнев, — растущее использование международного разделения труда для развития каждой страны, независимо от ее богатства и достигнутого ею экономического уровня»*.

Экономическое сотрудничество государств с различным общественным строем базируется прежде всего на глубокой взаимной заинтересованности сторон и взаимодополняемом характере их ресурсов.

В развитии экономических отношений с развивающимися государствами социалистические страны исходят, кроме того, из необходимости оказания им посильной помощи в преодолении слабостей колониальной в прошлом экономики, в борьбе за перестройку нынешней системы международных экономических отношений.

Естественно, и это в книге проходит красной нитью, взаимное сотрудничество социалистических стран, углубление социалистической экономической интеграции было, есть и будет главным их внешнеэкономическим интересом на всю видимую историческую перспективу. Обширные и устойчивые связи с несоциалистическим миром не альтернатива, а важный фактор ускорения интеграционных процессов в рамках СЭВ, дополнительный источник экономического и

* Материалы XXV съезда КПСС, с. 56.

сто лет назад

ПАРИЖ. Месяца три тому назад в Париже основалось «Общество воздушных (пневматических) часов». Сжатый воздух, применяемый в обширных размерах к домовым звонкам, нашел себе еще более полезное применение к движению стенных часов в домах, гостиницах, общественных и присутственных местах, а также для уличных часов. С помощью сжатого воздуха устройство и движение стенных часов упрощается до минимума, точность в показании времени может быть доведена до нескольких секунд и, что самое важное, совершенно устраняется посредничество часовых мастеров, заинтересованных в постоянной порче часов и в нескончаемой их проверке. В короткий промежуток времени новое общество засыпано требованиями на устройство воздушных проводов как для уличных, так и для домовых часов. За пользование сжатым воздухом «Общество» взимает с одного циферблата по 5 сантимов в сутки, за два — 4 сантима и т. д.

«Еженедельное новое время», № 79, 1880 г.

научно-технического прогресса каждой социалистической страны в отдельности и всего содружества в целом, упрочения позиций мирового социализма

Всесторонне изучив накопленный богатый опыт экономического сотрудничества с несоциалистическими странами в различных его формах, авторы задались целью теоретически осмыслить ряд дискуссионных вопросов повышения эффективности участия социалистических стран во всемирном разделении труда. Используемая ими при этом методика и полученные предварительные результаты представляют значимый вклад в экономическую теорию и имеют также прикладное значение

Против антинаучных трактовок экономики социализма

Написанная коллективом авторов из Советского Союза и ГДР работа «Буржуазные и мелкобуржуазные экономические теории социализма. (После второй мировой войны). Критические очерки» (М., «Наука», 1978) представляет собой завершающую монографию трехтомного исследования*, посвященного анализу буржуазных и мелкобуржуазных экономических теорий социализма, с которыми марксизм-ленинизм вел борьбу на протяжении более ста лет. Эта книга подвергает критическому разбору большинство из основных немарксистских концепций социализма, сложившихся в условиях послевоенного периода. Здесь рассматриваются их социально-классовые основы, политическая направленность, специфика теоретико-методологических позиций.

Сборник открывается развернутым введением — «Построение развитого социализма в СССР и углубление кризиса буржуазных и мелкобуржуазных концепций социализма», в котором раскрывается остро актуальное значение данного исследования в свете задач современной идеологической борьбы, дается общая характеристика эволюции антимарксистских концепций социализма в послевоенный период, а также поднимается ряд проблем методологии марксистско-ленинской критики буржуазных и мелкобуржуазных теорий социализма.

Первый раздел посвящен критике буржуазных концепций «командной экономики» и «центрально управляемой экономики . », которые неправомерно рассматривают социализм как экономически нерациональную иерархическую систему, в которой принятие и выполнение экономических решений базируются исключительно на приказах, идущих от высших ступеней иерархии к низшим. В процессе критики подобных воззрений раскрывается несостоятельность их методологических принципов, трактующих отношения управления как решающий фактор при характеристике существа экономической системы, подчеркивается неправомочность сведения руководства экономическим процессом при социализме к чисто административным методам, лишенным экономического содержания, показана неправомерность отрицания роли материальных стимулов при социализме, метафизического противопоставления плана рынку и т. д.

Если откровенно буржуазно-апологетические концепции «центрально управляемой» и «командной» экономики с их утверждениями о «глобальной неэффективности» социалистического хозяйства по сравнению с капиталистической рыночной системой занимали центральное место в буржуазной «советологии» в начале послевоенного периода, то с 60-х годов под влиянием успехов мировой социалистической системы и процессов, связанных с развертыванием научно-технической революции, все большее распространение начинают получать буржуазно-реформистские идеи «сходства» или «сближения» капитализма и социализма. Эти тенденции нашли свое отражение в теориях «рыночного социализма», «индустриального» и «постиндустриального общества», «конвергенции двух систем». Их рассмотрению посвящен последующий раздел монографии.

В работе содержится развернутая критика буржуазно-реформистских моделей «рыночного социализма», доказывающих необходимость сочетания централизованного планирования (представляемого в основном в форме косвенного планирования с весьма суженной сферой действия) и механизма «самонастраивающегося» стихийного рынка в качестве необходимого условия экономически эффективной хозяйственной деятельности; при этом экономический механизм рассматривается в отрыве от специфики конкретного социально-экономического строя. В монографии раскрывается неправомерность оценки процессов формирования и совершенствования развитой социалистической экономики как «эволюции к рыночному хозяйству» и подчеркивается несостоятельность трактовки противоположных социально-экономических систем в качестве разновидностей «плановой экономики со встроенным рыночным механизмом» Идеи «рыночного социализма» весьма близки принципам теории «конвергенции», согласно которой в ходе развития капитализма и социализма развивается и усиливается сходство между ними, в силу чего эти системы якобы должны синтезироваться в некое «гибридное» общество.

Основой для теории «конвергенции» является концепция «индустриального общества» в ее различных модификациях, трактующая современный капитализм и социализм как однотипные в своей основе социально-экономические системы, как разновидности одного и того же «индустриального общества». В работе показано, что абсолютизируя известное сходство в процессах и формах развития научно-технической революции в условиях капитализма и социализма,проявляющееся в уровне развития производительных сил, степени концентрации производства, характере структурных сдвигов в экономике и т. д., буржуазные теоретики при этом неправомерно игнорируют специфику экономических и социально-классовых отношений обеих

* См.: Буржуазные и мелкобуржуазные экономические концепции социализма (Критические очерки). 1848—1917 гг. М., «Наука», 1974; Буржуазные и мелкобуржуазные экономические теории социализма (Критические очерки). 1917—1945 гг., М., «Наука», 1975.



ОДЕССА. В часовом магазине в Одессе, на Ришельевской улице, поставлены в окне большие электрические часы для проверки проходящими своих часов. Часы эти, как говорят, идут очень верно.

«Воздухоплаватель», № 6, 1880 г

ФРАНЦИЯ. Фонафтограф, изобретенный французским физиком Дюгамелем, т. е. прибор, могущий записывать число колебаний, производимых звучащим телом, в последнее время усовершенствован Скоттом настолько, что может быть применен ко всем звучащим телам, а потому надеялись на возможность его приложения к записыванию музыкальных импровизаций, но опыты, сделанные до сих пор в этом отношении, не дали удовлетворительных результатов. С помощью этого прибора найдено, что бас при самом низком тоне делает 61 колебание в секунду, при самом высоком тоне 348 колебаний, баритон соответственно 87 и 392, сопрано — 196 и 1305 колебаний в секунду Число колебаний в голосе Каталани, Нильсон и Аделины Потти доходит до 1400 — 1450 в секунду

«Технический сборник», № 1, 1880 г

систем, глубокие качественные различия между ними

В разделе, посвященном критике идей «демократического социализма», подчеркивается характерный для теоретиков современной правой социал-демократии отказ даже от формального признания многих основополагающих принципов марксизма-ленинизма. Основным объектом критического анализа служат здесь реформистские взгляды на проблемы собственности, планирования, управления при социализме

Далее рассматриваются концепции «клерикального социализма» и теорий «новых левых»

Специальный раздел посвящен критике ревизионистских взглядов, которые во многом смыкаются с буржуазной идеологией. В центре критики воззрений правого ревизионизма — разработанный вариант «рыночной модели социализма», критика леворевизионистских позиций концентрируется вокруг проблем, связанных с социально-классовой структурой социалистического общества, с резко нигилистической трактовкой роли товарно-денежных отношений при социализме, с проповедью грубоуравнительных принципов и т. д

В последнем разделе монографии исследуются особенности различных немарксистских концепций социализма в развивающихся странах Азии и Африки в контексте происходящих в этом регионе сложных социально-экономических процессов.

Материальная основа мирного сосуществования

Одному из важнейших направлений внешнеполитической и внешнеэкономической деятельности Советского государства — экономическим отношениям СССР с промышленно развитыми капиталистическими странами — посвящена коллективная монография, выпущенная Институтом мировой экономики и международных отношений АН СССР «Материализация разрядки: экономические аспекты» (ответственные редакторы доктор экономических наук В. Н. Шенаев и кандидат экономических наук Ю. В. Андреев. М., «Мысль», 1978) Основная цель работы — обстоятельный анализ развития торгово-экономических и научно-технических связей Советского Союза с основными промышленно развитыми капиталистическими странами Западной Европы, США и Японией

В настоящее время Западная Европа занимает ведущее место в экономических связях Советского Союза с развитыми капиталистическими странами. Поэтому работа начинается с глав, посвященных характеристике отношений СССР с Францией, ФРГ, Великобританией, Италией и малыми странами Западной Европы (Финляндией, Швецией, Данией, Норвегией, Австрией, странами Бенилюкса)

По каждой стране—партнеру Советского Союза анализируются основные характеристики экономического развития на современном этапе, место стран в мировом капиталистическом хозяйстве, общая система построения внешнеэкономических связей, позиции государства и делового мира в отношении сотрудничества с СССР, место и доля этого сотрудничества в общем объеме их внешнеторгового оборота. Особое внимание уделяется раскрытию специфики экономических связей СССР с каждой из рассматриваемых стран; эти связи с начала 70-х годов приобретают все более долгосрочный и крупномасштабный характер. Наряду с традиционной внешней торговлей рассматриваются и новые формы экономических отношений Восток — Запад — производственная кооперация, промышленное сотрудничество, компенсационные программы, научно-технические, кредитные связи, т. е те формы экономических отношений, которые наиболее ярко отражают качественные изменения в торгово-экономических связях Советского Союза с западными странами.

В следующих главах рассматриваются вопросы экономических связей СССР с США и Японией.

Взаимосвязь политических и экономических отношений между СССР и США имеет особое значение по сравнению с другими капиталистическими странами. В книге обстоятельно анализируются негативные последствия дискриминационной политики правящих кругов США, вследствие чего советско-американское торгово-экономическое сотрудничество, несмотря на взаимовыгодность и заинтересованность деловых кругов США, находится на уровне, не соответствующем потенциальным возможностям сторон. Значительный интерес представляет исследование роли крупнейших монополий США в советско-американском сотрудничестве

Одним из главных торгово-экономических партнеров СССР среди развитых капиталистических стран в последнее десятилетие стала Япония. В книге рассматриваются такие важнейшие особенности развития экономических связей с Японией, как реализация совместных крупномасштабных проектов по освоению природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока, проблемы отношений между двумя странами в области рыболовства

В заключительной главе монографии даны наиболее общие и специфические черты экономического сотрудничества СССР с развитыми капиталистическими странами, отчетливо проявившиеся в 70-е годы, анализируются объективные предпосылки его развития В главе раскрываются причины роста доли капиталистических стран во внешнеторговом обороте СССР с 19% в 1960 г. до 32,9% в 1976 г.

Интересным представляется исследование механизма экономического сотрудничества с капиталистическими странами на государственном уровне и на уровне фирм, анализ новых форм внешнеэкономических связей: производственной кооперации и обмена научно-техническими достижениями.

В книге освещены валютно-кредитные отношения СССР с развитыми капиталистическими странами и вопросы многостороннего экономического сотрудничества между государствами с различным социально-экономическим строем.

Осуществленный в работе анализ разнообразных форм экономического сотрудничества СССР с промышленно развитыми капиталистическими странами убедительно показывает их взаимовыгодность и перспективность дальнейшего развития на долговременной и крупномасштабной основе в условиях разрядки международной напряженности и соблюдения таких важнейших норм международных отношений, как равноправие, невмешательство во внутренние дела, принцип наиболее благоприятствуемой нации, отказ от дискриминационной политики

Труд о мировом капиталистическом хозяйстве

В серии книг ИМЭМО АН СССР, посвященных мировому капиталистическому хозяйству и международным экономическим отношениям, работа доктора экономических наук В. В. Рымалова «Структурные изменения в современном мировом капиталистическом хозяйстве (послевоенные тенденции)» (М., «Мысль», 1978) представляет особый интерес, так как она содержит глубокий анализ наиболее существенных явлений последних десятилетий в отдельных сферах мирового капиталистического хозяйства, таких, как международная торговля, валютно-кредитные отношения, обострение топливно-сырьевой, продовольственной и экологической проблем капитализма. Системный подход и последовательность логики исследования, основанные на марксистско-ленинской теории об определяющей роли сферы материального производства, делают монографию ценным пособием по методологии изучения современного капиталистического хозяйства

Начиная с общих закономерностей возникновения и углубления кризиса капиталистической системы в целом, автор переходит к основным направлениям и предпосылкам послевоенного этапа в экономическом развитии капиталистических стран, затем разбирает особенности формирования

производительных сил, изменения в их отраслевой и региональной структуре и, наконец, логически приходит к отдельным важнейшим сторонам мирового капиталистического хозяйства — закономерностям развития его индустриальной, аграрно-сырьевой базы и механизма международного ценообразования. Таким образом, три раздела монографии, включающие девять глав, представляют своего рода ступени постепенного перехода от теоретически обобщенных оценок общего генезиса мировой капиталистической системы к конкретному углубленному анализу структурных пропорций отдельных сфер капиталистической экономики и основных тенденций их изменений.

Большой интерес в работе представляет теоретическое рассмотрение таких сложных явлений, как эволюция механизма монопольного ценообразования и цикличность развития мирового капиталистического хозяйства.

Автор убедительно аргументирует положение о том, что в условиях крушения колониальной системы и усиления политической и экономической независимости развивающихся стран изменение структуры мировых цен в международной торговле представляет собой закономерный, объективно обусловленный процесс. Однако при этом, как показано в книге, формирование мировых цен происходит под влиянием противодействия многих факторов и отличается сложностью и неоднозначностью тенденций.

Заслуживает внимания анализ особенностей движения послевоенного мирового капиталистического цикла, что представляет собой неотъемлемую составную часть проводимого автором исследования долгосрочных тенденций развития мирового капиталистического хозяйства. Автор приходит к выводу о сокращении в современных условиях длительности периодов мировых циклов и усилении синхронности циклов для различных регионов, что во многом предопределяет неизбежность дальнейшего нарастания неравномерности и нестабильности социально-экономического развития капитализма. При этом экономический кризис 1974—1975 гг., охвативший практически все капиталистические страны и приведший к немаловажным изменениям в структуре их производства и международных экономических связей, характеризуется как безусловно циклический, испытавший, однако, воздействие ряда преходящих факторов.

Полученные в результате проведенного анализа выводы в этой части монографии носят в определенной мере дискуссионный характер, однако это ни в коей мере не умаляет их значимости для дальнейшего развития марксистской теории современного капитализма.

Сложный комплекс проблем, раскрывающих структурные изменения в индустриальной и аграрно-сырьевой базе послевоенного капиталистического хозяйства, составляет содержание заключительной части книги. В ходе исследования автор детально рассматривает долгосрочные тенденции развития основных отраслей промышленности, меняющиеся структурные пропорции между отраслями легкой и тяжелой промышленности, конкретизирует развитие этого процесса по основным группам индустриально развитых и развивающихся капиталистических стран. На богатом фактическом материале в работе показаны роль и воздействие современной научно-технической революции, особенностей процесса интернационализации общественного производства, растущего влияния международных монополий на усиливающуюся диспропорцию роста основных отраслей промышленности в капиталистической системе хозяйства.

Заслуживают внимания сопоставление долгосрочных тенденций развития ведущих отраслей добывающей промышленности и аграрного производства, рассмотрение важнейших изменений в международном товарообороте аграрно-сырьевой продукции, которые неизбежно ведут к ломке традиционных основ международного разделения труда в этой области между империалистическими и развивающимися странами.

Проведенный в монографии анализ долгосрочных тенденций развития индустриальных и аграрно-сырьевых отраслей современного капитализма наглядно показывает объективную основу дальнейшего нарастания его основных противоречий.

ФИЛОЛОГИЯ

Революция и литература

Воздействие событий первой русской революции на литературу давно стало предметом литературоведческих исследований. Среди наиболее значительных работ можно назвать вышедшие в середине 50-х годов коллективные труды «Революция 1905 года и русская литература» и «М. Горький в эпоху революции 1905—1907 годов». Значительный интерес вызывает подготовленный сотрудниками Института мировой литературы им А. М. Горького АН СССР коллективный труд «Революция 1905—1907 годов и литература» (М., «Наука», 1978). Дело не только в привлечении к анализу нового, малоисследованного материала, но и в том, что данная книга — составная часть серии фундаментальных работ, посвященных актуальным проблемам русской литературы конца XIX— начала XX в.

В первых главах книги дан анализ идейной основы формирования в ходе развернувшихся классовых битв литературы нового типа, раскрыто решающее значение для становления принципов пролетарского искусства работ В. И. Ленина периода первой русской революции: «Партийная организация и партийная литература», «Победа кадетов и задачи рабочей партии», «Перед бурей» и др. В. И. Ленин мерил художественное творчество самой высокой мерой — мерой революции, видел в нем силу, способную оказывать глубокое влияние на общественное развитие. Точность ленинского определения лите-



ПЕТЕРБУРГ. Отдел теоретической физики, посвященный исследованию электрических и магнитных явлений, чрезвычайно обширен. Но, к сожалению, он до сих пор, несмотря на обилие фактов и блеск имен, работавших над ними, окутан почти непроницаемым мраком. Так что вопрос о том, что такое электричество, остается открытым.

«Слово», № 2—3, 1880 г.

ГЕРМАНИЯ. Известно, что Локайер показал, что спектр так называемых элементов, подобно спектру сложных тел, изменяется с возрастанием температуры, причем группы одних линий выступают резче, группы других совсем исчезают. Следовательно, эти элементы, в сущности, не элементарны и что, может быть, даже водород, главная составная часть космических туманностей и раскаленных звезд, сложное тело, так что следует принять существование простейшего и более тонкого основного вещества. Воззрение Локайера нашли недавно опору в исследованиях Виктором и Карлом Мейерами свойств хлора при высоких температурах. Составные части, на которые хлор распадается при высоких температурах, до сих пор не уединены. Однако можно вывести, что во всяком случае обыкновенный хлор точно также относится к более простой своей форме, как озон к кислороду.

«Слово», № 1, 1880 г.

ратуры как важной арены общественной борьбы идей с особенной наглядностью подтвердилась в творчестве А. М. Горького, художника нового типа, всецело ставшего на сторону пролетарских масс. В книге освещаются новые факты о деятельности Горького в период первой русской революции, его активном выступлении на страницах подпольных и легальных большевистских изданий.

Материалы труда дают представление об исключительно сложной, пестрой картине литературного развития эпохи. Революционные события стали мощным катализатором процессов размежевания, идейного самоопределения литературных сил, что отражалось в сознании и творчестве писателей, занимавших противоречивую позицию. В этом плане особенно показательна эволюция Л. Толстого. Путем анализа его публицистики, художественных произведений, дневников, эпистолярного наследия в труде раскрывается сложность нравственных исканий гениального художника слова, который не мог не выразить искреннее сочувствие борцам с царским режимом, как это ни противоречило основам его патриархального мировоззрения. Осознание писателем истинной динамики времени находит выражение в стиле позднего Толстого, характеризующемся усилением «волевых импульсов», активизацией авторского «я», интересов к героическому характеру. Еще разительнее перемены в творчестве Александра Блока, для которого 1905 г. стал знаменательным рубежом, временем разрыва с темой «соловьиного сада» и сближения с бурной действительностью. Отныне, делается вывод в книге, революция, порождавшая в сознании поэта глубокие личные переживания, становится движущей силой его творчества; к 1917—1918 гг. Блок идет с опытом года 1905-го.

Первая русская революция оказывала воздействие и на творчество писателей, которые отстранялись от нее и даже боролись с ее идеями, но своими произведениями косвенно подтверждали ее всепроникающее влияние. Наглядный тому пример — цикл стихов Вячеслава Иванова «Година гнева», написанных в период 1904—1907 гг. Факт обращения одного из самых «отрешенных» русских поэтов к острым политическим вопросам, активизация его гражданской позиции справедливо расцениваются в книге как симптом революционного времени.

Отличительной особенностью труда является выход авторов за рамки русской литературы. Революционный взрыв 1905 г. поднял на борьбу с самодержавием все народы Российской империи, что нашло отражение в развитии национальных литератур. На опыте творчества Леси Украинки и Яна Райниса, М. Коцюбинского и Янки Купалы, А. Акопяна, А. Ширванзаде и других писателей исследователи показывают решительный поворот украинской, белорусской литератур, литератур Прибалтики, Закавказья к темам народной борьбы.

В труде затрагиваются также вопросы литературного движения на Ближнем Востоке, характеризуется влияние идей русской революции на прогрессивное, демократическое направление в литературах Ирана и Турции. Отдельная глава посвящена анализу глубокого и разностороннего влияния революции 1905—1907 гг. на польскую литературу.

Советский многонациональный роман

Подготовленный в Институте мировой литературы им. А. М. Горького АН СССР труд «Советский роман. Новаторство, Поэтика. Типология» (М., «Наука», 1978) охватывает широкий круг проблем: история становления в советской литературе большой эпической формы, ее традиции, новаторские открытия романа, его художественное своеобразие на современном этапе. Исторический план рассмотрения опыта советской романистики сочетается в этом фундаментальном исследовании с теоретическими обобщениями и выводами, что позволяет воссоздать сложную динамику развития романного жанра в многонациональной советской литературе, выявить разносторонние связи романа с революционно меняющейся действительностью, определить его значение во взаимодействии и взаимообогащении национальных литератур.

Труд состоит из пяти больших, внутренне между собой связанных разделов. Главы первого из них посвящены методологическим вопросам изучения советского романа, осмыслению опыта исследования этого жанра в советском литературоведении и критике. Опираясь на обширный материал литератур народов СССР, авторы рассматривают актуальные проблемы теории романа, его поэтики. В книге показано становление романа социалистического реализма, которое протекало в сложной литературной борьбе, в условиях острых творческих споров, в полемике между зарождавшимися и распадавшимися направлениями и «школами», но именно в такой атмосфере выкристаллизовывалось идейно-эстетическое единство советской литературы. Как подчеркнуто исследователями, это не было единством одинаковости, при котором сглаживаются национальные или индивидуально-стилевые особенности, а диалектическим единством художественных различий, богатство которого определялось многоцветьем оригинальных и ярких талантов, заявивших о себе в сложнейшем жанре большой прозы.

В труде прослежен типологический процесс формирования романной формы, который условно может быть разделен на три группы: развитие романа в литературах с традицией классического реализма (русская, украинская, армянская и др.); становление большой эпической прозы в литературах, не имевших реалистической традиции прозы или имевших главным образом поэтическую традицию (узбекская, казахская, таджикская, туркменская и др.); зарождение романа в литературах, которые берут начало главным образом от фольклора (киргизская, каракалпакская и др.). В силу этого овладение большой эпической формой не было (особенно на первых порах, в 20—30-е годы) равномерным процессом; однако с ходом времени все заметней становилась тенденция выравнивания возможностей разных литератур, чему способствовала сама социалистическая действительность, закономерностью которой является всевозрастающая роль взаимосвязей и взаимодействия национальных культур. В книге говориться о большом влиянии, которое оказывает на процесс взаимообогащения литератур наследство русской классической литературы, подчеркнута роль русского языка как средства межнационального общения.

Отдельные главы посвящены творчеству крупнейших мастеров социалистического реализма М. Горького и М. Шолохова, чьи достижения в области эпической прозы оказали бесспорное воздействие на многонациональный литературный процесс в целом и развитие романного жанра в частности. Традиции этих писателей в изображении диалектически противоречивого хода истории, движения народных масс, раскрытии мира духовно богатой, сложной и вместе с тем цельной личности, лепке героических характеров были продолжены и углублены в творчестве новых поколений советских писателей, обогащены за счет многообразия национальных объектов изображений, самой истории, преломленной в национальном бытии, за счет традиций каждой национальной литературы.

Во втором разделе книги речь идет о внутренних закономерностях романа как жанра, благотворно воздействующего на развитие реалистического изображения, углубление историзма художественной мысли на современном этапе. Большое внимание уделено характеристике советского романа-эпопеи как принципиально новой жанровой структуры, обладающей широкими художественными возможностями в изображении кардинальных проблем эпохи: личность и народ, народ и история, судьбы наций и национальных культур. В труде показано своеобразие таких выдающихся достижений советской литературы, как романы-эпопеи «Жизнь Клима

Самгина» М. Горького, «Тихий Дон» М. Шолохова, «Хождение по мукам» А. Толстого, «Последний из удэге» А. Фадеева, «Абай» М. Ауэзова и др. На основе анализа стилевых и сюжетно-композиционных структур делается вывод о том, что жанр романа-эпопеи столь же неограничен, разнообразен и широко открыт для новых художественных качеств, сколь и жанр романа. В этом его отличие от чистой эпопеи, эпоса древнейших времен, структура которого, при всех ее национальных, временных и индивидуальных различиях, является более замкнутой

В главах третьего и четвертого разделов прослеживаются этапы развития романа как жанра в разрезе национальных литератур Советского Союза. В них определяется роль традиций устного народного творчества в романе литератур народов Севера, Сибири, Дальнего Востока, характеризуется становлением так называемой «монументальной формы» в литературах Советской Прибалтики, анализируются особенности эпического начала в украинской и казахской, белорусской и узбекской, таджикской и армянской и других литературах народов СССР. Широкое многонациональное движение советской романистики как реалистического искусства противостоит модернизму; последний не создал произведений эпического масштаба, поскольку сама концепция жизни, предложенная писателями- модернистами, носит антиэпический характер, исповедует идею дисгармонии бытия, одиночества противопоставленной всему миру личности. В книге устанавливается связь между жанром романа и характером эпохи, художественным методом и позицией художника. В специальной главе исследуется принцип историзма советской литературы, проявляющийся в диалектическом взаимопроникновении с партийностью, народностью, художественной правдой.

Современному состоянию советского романа, его роли в духовной жизни общества развитого социализма посвящен пятый раздел книги Проблемы романа наших дней рассматриваются в аспекте сложного взаимодействия традиций и новаторства, в контексте активного движения жанров художественной литературы в целом

В разделе раскрыты отличительные особенности крупных эпических произведений 60—70-х годов — стремление к полноте и многогранному восприятию мира, познание новых черт духовного облика советского человека, воссоздание образа времени в аналитической сопряженности с прошлым и будущим

В книге подвергнуты аргументированной критике попытки современного буржуазного литературоведения извратить новаторскую сущность советской литературы в целом и советского романа в частности.

Литературы стран социализма

Книга «Актуальные проблемы сравнительного изучения литератур социалистических стран (М., «Наука», 1978), подготовленная к изданию Институтом мировой литературы им. А М. Горького АН СССР, является продолжением и одновременно новым этапом в разработке комплексной проблемы «общего и особенного»* Она — результат многостороннего сотрудничества советских ученых с литературоведами Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии, Чехословакии

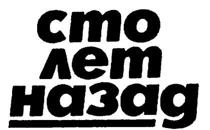
Своеобразие данного труда состоит в постановке и сочетании специфически национальных аспектов с межнациональными проблемами литературного развития Каждый из авторов, естественно, обращается к вопросам, которые являются насущными для литературы и литературоведения страны, которую он представляет, говорит об особом пути к социалистической общности; в то же время исследователь держит в поле зрения совокупность проблематики, объединяющей все литературы социалистического содружества. Таким образом, статьи сплочены стремлением к решению единой для коллективного исследования задачи — раскрытию диалектики общего и особенного.

Книгу открывают работы теоретического характера Новое освещение получает в них проблема национального и интернационального, которая, как отмечено в предисловии, является не только предметом разностороннего, многоаспектного изучения, но и внутренним, идейно-композиционным стержнем всего труда Авторы рассматривают категорию ценности, оспаривают точку зрения, согласно которой особенное выступало синонимом национального и, следовательно, заведомо считалось более ценным, чем общее, а это вело к завышенной оценке наиболее локализованных или наиболее архаических национальных явлений. Между тем особенное и национальное пребывают в гораздо более сложных, диалектических подвижных отношениях, и задача состоит в том, чтобы на новом уровне продолжать разработку научных критериев особенного и общего, национального и интернационального Авторы выступают за изучение этих категорий в их единстве и взаимопроникновении, за комплексный подход к явлениям художественной культуры. Последнее предполагает более широкое развертывание исследований обобщающего характера, осмысление опыта национальных литератур в контексте мировой.

Авторы труда уделяют большое внимание раскрытию примечательных общих линий художественного своеобразия литератур социалистических стран Европы: выдвижение как центральной проблемы воспитания личности нового типа — человека социалистического мира; изображение исторически переломных периодов в жизни общества и наряду с этим интерес к повседневности, к философии бытия героя-современника; осмысление нерасторжимых связей человека с миром природы, историко-культурной традицией.

В свете общего и особенного в книге рассмотрены ведущие тенденции развития болгарской, венгерской, польской, румынской, словацкой, чешской, советской литератур и литературы ГДР. На обсуждение были вынесены проблемы, возникновение которых обусловлено близостью социально-исторического опыта братских стран проблема народного характера и произведения о второй мировой войне, деревенская тема в современной литературе; роль фольклорных традиций в художественном творчестве и др. В труде показано влияние на развитие литературного процесса в социалистических странах Октября, опыта культурного строительства в СССР, достижений советской литературы

* См.: Общее и особенное в литературах социалистических стран Европы. М., «Наука», 1977.



ПЕТЕРБУРГ. Современная химия переживает кризис, в исходе которого предвидится существенное преобразование в дальнейшем развитии химических знаний. По крайней мере, к такому заключению приводят результаты многочисленных работ различных ученых в области главнейшего вопроса химии, касающегося количества и природы химических элементов С одной стороны, ряд более или менее веских научных данных в пользу уменьшения числа признаваемых ныне элементов путем доказательств их химической сложности, с другой — подобный же ряд открытий новых химических простых тел Здесь, кстати, напомнить работы Локайера, который нашел, что металлы кальций, кобальт, никель, медь, даже золото при различных температурах дают различные линии в спектре и дозволяют подозревать сложность их состава.

«Технический сборник», №7, 1880 г

Важный аспект книги — раскрытие традиционно-дружественных связей, которые и в прошлом существовали между литературами и народами Восточной Европы. Общность этих стран, основанная на добрососедских взаимоотношениях, возникла задолго до того как стала общностью стран социалистических.

Анализ идейно-эстетических проблем литературного развития позволил авторам труда раскрыть новую функцию социалистической литературы в обществе, показать принципиальное изменение гражданского статуса писателя нового типа, который не только солидарен с окружающей социальной действительностью, но выступает проводником прогрессивных идей преобразования жизни, воспитателем широких читательских масс.

VIII Международный съезд славистов

В работе VIII Международного съезда славистов, состоявшегося в Загребе (Югославия) 3—10 сентября 1978 г., приняли участие около 1500 ученых-славистов из 26 стран. Советскую делегацию на съезде возглавлял председатель Советского комитета славистов при АН СССР академик М. П. Алексеев.

На съезде работали 5 секций: языкознание, литературоведение, литературно-лингвистические проблемы, фольклористика, история, которые подразделялись на 11 подсекций.

Советским комитетом славистов были подготовлены к съезду 3 тома докладов «Славянские литературы», «Славянское языкознание», «История, культура, этнография и фольклор славянских народов»

На пленарном заседании съезда с докладами выступили· академик М. П. Алексеев (СССР) — «Всесветная слава Л. Н. Толстого», профессор Р. Маринкович (R. Marinkovitch) (СФРЮ) — «Коммуникация как фактор структуры средневековой литературы», академик И Франгеш (I. Frangech) (СФРЮ) — «Мирослав Крлежа» (Miroslav Krleja), академик Б. Конески (B. Koneski) (СФРЮ) — «Фактор традиции в развитии славянских литературных языков XIX и XX вв »

В секции языкознания рассматривались вопросы праславянского языка как системного целого, возможности реконструкции праславянской фразеологии, эволюции праславянских элементов в отдельных славянских языках. Различные проблемы и методы изучения истории славянских языков и их современного состояния обсуждались с учетом взаимодействия этих языков с неславянскими языками и воздействия на них иноязычных элементов (греко-латинских, финно-угорских, тюркских, германских, романских). Процессы развития славянских литературных языков рассматривались с социолингвистических позиций. Особый интерес был проявлен в докладах к таким проблемам, как научно-технический прогресс и язык, данные этимологии о происхождении славянских языков, сравнительная история славянских литературных языков, методика изучения устной разговорной речи, лингвостилистические проблемы (теория поэтического языка, теория и практика перевода художественной литературы, фольклорный источник в поэзии различных народов)

В проблематике секции литературоведения центральное место занимали вопросы методологии сравнительного изучения литератур, поэтики и типологии славянского романа, развитие направлений, стилей и жанров в славянских литературах на рубеже XIX—XX вв. и др Особо выделялась тема «Лев Толстой и мировой литературный процесс». Большое внимание было уделено изучению основных направлений в славянских литературах XX в.

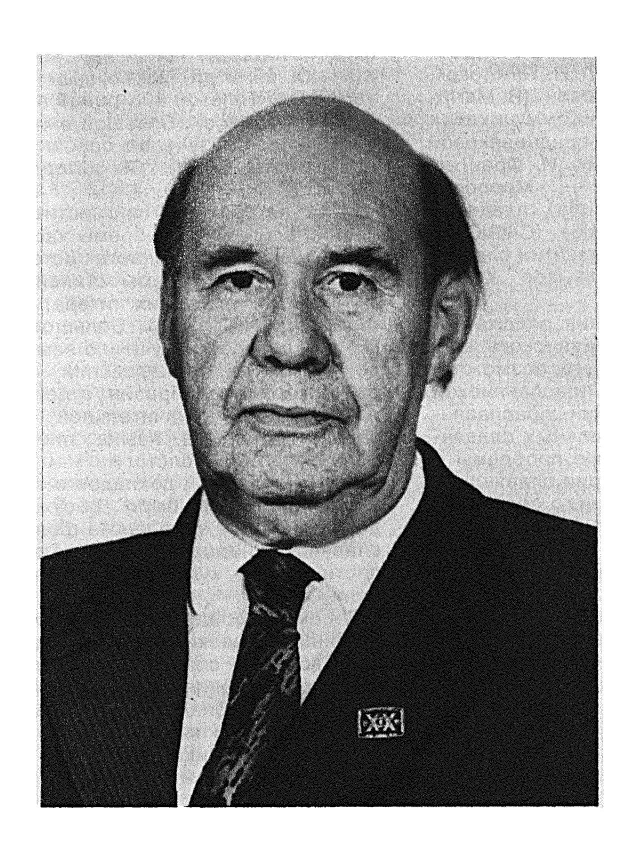
В литературно-лингвистической секции основные проблемы касались исследований в области исторической поэтики, системы стилей и их функций в славянских литературах и литературных языках. Большое внимание уделялось изучению языка художественных произведений, стилистического своеобразия отдельного произведения. Значительное место заняла проблема языка писателя, особенно Л. Н Толстого

Основной темой докладов в секции фольклористики было обсуждение двух основных проблем — фольклор славянских народов в системе социалистической культуры и поэтика фольклора

В секции общеславянских историко-филологических проблем обсуждались вопросы славянского этногенеза, формирования славянских народностей, национально-освободительной борьбы южных славян в XIX в., история славистики

Советские ученые прочли на съезде 60 докладов. Участие советских ученых в работе съезда способствовало развитию научных контактов со славистами социалистических стран и прогрессивными учеными-славистами капиталистических стран

В дни работы съезда состоялось XIX пленарное совещание Международного комитета славистов, на котором академик М. П. Алексеев был избран председателем Международного комитета славистов и было одобрено предложение о созыве IX Международного съезда славистов в Киеве в 1983 г



Памяти Дмитрия Ивановича Блохинцева

27 января 1979 года скончался видный советский физик, крупный организатор атомной науки и техники, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Государственной премий СССР, член-корреспондент АН СССР и АН УССР Дмитрий Иванович Блохинцев.

Д. И. Блохинцев обогатил мировую науку фундаментальными работами в области квантовой теории твердого тела, физики полупроводников, акустики движущихся и неоднородных сред, квантовой механики, теории цепных реакций и атомных реакторов, физики элементарных частиц.

Работам Д. И. Блохинцева были присущи оригинальность и новизна выдвигаемых в них идей, а подчас и предвосхищение актуальных в последующем физических направлений.

Особенно ярко творческие способности Д. И. Блохинцева, его талант ученого, инженера, организатора проявились в годы становления советской атомной науки, техники и промышленности. Он руководил проектированием и сооружением первой в мире атомной электростанции, за что удостоен Ленинской премии, был директором Физико-энергетического института.

В 1956 г. при организации в Дубне первого международного научного центра социалистических стран — Объединенного института ядерных исследований — Д. И. Блохинцев избирается его директором. Работая на этом ответственном посту в течение десяти лет, а с 1965 г. являясь директором лаборатории теоретической физики того же института, Д. И. Блохинцев внес значительный вклад в развитие ядерной науки стран социалистического содружества. Он был членом ряда зарубежных академий и научных обществ, избирался президентом международного Союза чистой и прикладной физики.

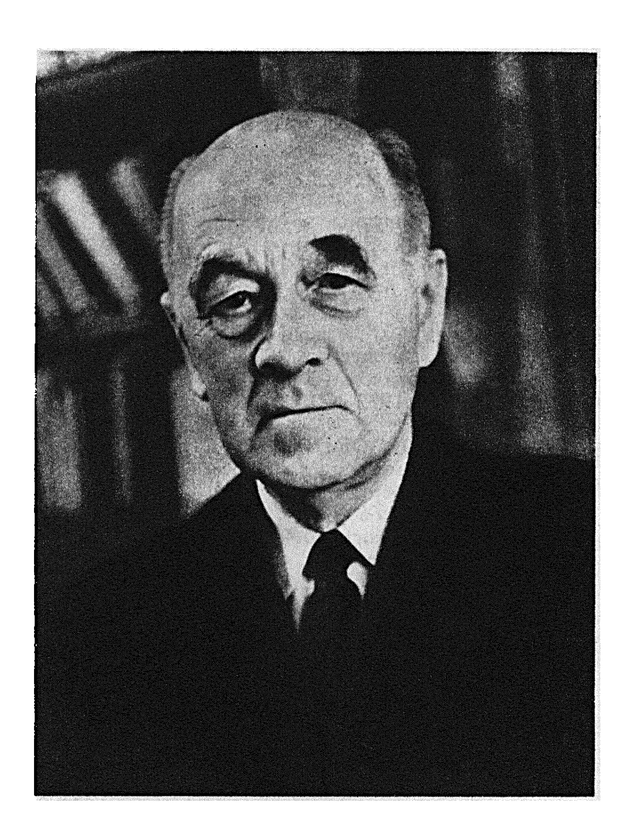
До последних дней своей жизни он вел большую педагогическую работу, являясь профессором и заведующим кафедрой Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Им прочитано большое количество различных теоретических курсов, среди которых следует особо отметить курс квантовой механики. В дальнейшем на основе лекций им был написан первый университетский учебник «Основы квантовой механики», отмеченный Государственной премией СССР.

Д. И. Блохинцев принимал активное участие в общественно-политической жизни страны, был делегатом XXII съезда КПСС, неоднократно избирался членом Московского областного комитета КПСС, являлся членом Советского комитета защиты мира.

Д. И. Блохинцев был бессменным членом редакционной коллегии ежегодника «Наука и человечество». Он проявлял большую заботу о том, чтобы в ежегоднике широко освещались международное сотрудничество физиков, прежде всего ученых социалистических стран, а также актуальные философские проблемы естествознания, вокруг которых в наши дни не утихает острая идейная борьба. Д. И. Блохинцев и сам выступал в ежегоднике на эти темы как автор: читателям запомнилась его превосходная статья «Ленин и физика», напечатанная в томе 1969 года.

Заслуги Д. И. Блохинцева высоко оценены Коммунистической партией и Советским правительством. Он был удостоен звания Героя Социалистического Труда, лауреата Ленинской и Государственных премий СССР, награжден четырьмя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, орденом Трудового Красного Знамени, медалями, а также орденами и медалями социалистических стран.

Светлая память о Дмитрии Ивановиче Блохинцеве навсегда сохранится в сердцах всех, кто его знал.



Памяти Акселя Ивановича Берга

9 июля 1979 года скончался выдающийся советский ученый и организатор науки, Герой Социалистического Труда, адмирал-инженер в отставке, академик Аксель Иванович Берг.

Свой жизненный путь А. И. Берг начал моряком. В качестве штурмана подводной лодки он принимал участие в первой мировой войне, а в период гражданской войны был командиром подводной лодки красного Балтийского флота. После окончания в 1925 году Военно-морской академии в Ленинграде развернулась его активная научная и научно-педагогическая деятельность.

С первых шагов на исследовательском поприще А. И. Берга отличала необычайная широта научных интересов, редкостная эрудиция, творческая смелость в постановке и решении сложных научных и технических проблем, умение предвидеть теоретические перспективы и практические возможности новых научных направлений. Так было с радиотехникой, радиопередающими и радиоприемными устройствами, радиоэлектроникой и другими областями науки и техники, в которые он внес большой теоретический и организационный вклад. По его инициативе и под его руководством был создан ряд научно-исследовательских институтов по радиоэлектронике и вычислительных центров, в том числе Институт радиотехники и электроники Академии наук СССР, первым директором которого он был.

Развитие радиоэлектроники закономерно привело А. И. Берга к кибернетике. Возглавив в 1959 году научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика» при Президиуме Академии наук СССР, он много сделал для прогресса этого нового и важного научного направления, для расширения применения электроники и вычислительной техники в различных областях народного хозяйства.

А. И. Берг постоянно занимался также подготовкой кадров, вел большую педагогическую работу, благодаря его усилиям значительное развитие получило программированное обучение.

Важное место в жизни А. И. Берга занимала общественная деятельность. Более полувека он был активным членом, организатором и руководителем ряда научно-технических обществ, основателем и редактором многих технических журналов и серий книг. В частности, он был главным редактором энциклопедии «Автоматизация производства и промышленная электроника».

С начала издания ежегодника «Наука и человечество» академик А. И. Берг был заместителем председателя его редакционной коллегии. Много сил и таланта отдал А. И. Берг становлению этого издания, неустанно заботился о его совершенствовании, о подборе наиболее квалифицированных авторов, о том, чтобы ежегодник возможно полнее отражал достижения советской науки и последовательно пропагандировал идею международного сотрудничества ученых Земли во имя мира и социального прогресса.

Многогранная научная, педагогическая и общественная деятельность академика А. И. Берга получила заслуженное признание: он был удостоен звания Героя Социалистического Труда, награжден четырьмя орденами Ленина, орденом Октябрьской Революции, двумя орденами Красного Знамени, орденом Отечественной войны первой степени, тремя орденами Красной Звезды и многими медалями. Академией наук СССР ему была присуждена Золотая медаль имени А. С. Попова.

Аксель Иванович Берг был человеком удивительного личного обаяния. До последних дней своей жизни он сохранял юношескую горячность, живую, непосредственную реакцию. Искренний и душевный, всегда внимательный к людям и вместе с тем требовательный, глубоко принципиальный, безраздельно отдающий себя науке, народу, Родине — он пользовался глубоким уважением и любовью окружающих, которые сохранят о нем добрую память.

ДЖ. ЛАРА. Роль рениновой системы в возникновении гипертонии.
J. Laragh, J. Sealey. Renin sodium profiling: why, how and when in clinical practice. Cardiovasc Med 2:1053-1075, 1977.
J. Sealey, J. Laragh. How to do a plasma renin assay. Cardiovasc Med 2:1076-1092, 1977.
J. Laragh. Renin as a predictor of hypertensive complications: Discussion. Annals NY Acad Sci 304:165-177, 1978.
J. Laragh, R. Letcher, T. Pickering. Renin profiling for modern diagnosis and treatment of hypertension. Jama 1978.

И. И. АРТЕМЕНКО. Новые исследования археологов Украины.
Археологія Української РСР. Киев, т. I и II, 1971; т. III, 1975.
Історія Української РСР. Киев, 1977, кн. I.
Средневековые надписи в Софии Киевской (по материалам граффити XI—XII вв.). Киев, т. I, 1966; т. II, 1976.

И. ГЕРМАНН. История и культура северо-западных славян.
Die Slawen in Deutschland. Ein Handbuch. Hrsg. Von I. Herrmann, 3. Aufl. Berlin 1974.
I. Herrmann. Zwischen Hradschin und Vineta. Frühe Kulturen der Westslawen. Leipzig-Jena-Berlin, 1971. Переиздание: Munchen, 1971; переведена: Bratislava, 1973; Издание второе: Leipzig-Jena-Berlin, 1976.
Обзор археологических исследований по истории и культуре славян в ГДР с соответствующей библиографией помещен в журнале „Ausgrabungen und Funde", Berlin, 1976, 1-4, S. 144-168.
И. П. Русанова. Славянские древности VI—VII вв. М., 1976.
В. В. Седов. Славяне Верхнего Поднепровья и Подвинья. М., 1970.
I. Herrmann Zu den Kulturgeschichtlichen Wurzeln und zur historischen Rolle nordwestslawischer Tempel des fruhen Mittelalters-Slovenska archeologia, Bratislava, 1978, 1, S. 19-28.
I. Herrmann. Die germanischen und slawischen Siedlungen und das mittelalterliche Dorf Von Tornow, Kr. Calau. Mit Beiträgen von D. Warnke, S. Gustavs, O. August, M. Jährig, E. Lange, H.-H Müller und I. Piaskowski. Berlin, 1973.
„Ausgrabungen und Funde", Berlin, 1976, 1-4, S. 168-177

Э И. СЛЕПЯН. Полезные и вредные уродства растений.
А. Л. Тахтаджян. Вопросы эволюционной морфологии растений. Л., Изд-во ЛГУ, 1954.
Ал. А. Федоров. Тератология и формообразование у растений. Комаровские чтения, II, 1958.
Ал. А. Федоров. Тератогенез и его значение для формо- и видообразования растений. — В кн.: Проблемы вида в ботанике, I. Под ред. П. А. Баранова. Изд. АН СССР. М.—Л., 1958.
Э. И. Слепян. Патологические новообразования и их возбудители у растений. Л., «Наука», 1973.
Э. И. Слепян. Бластомогены и растения. М., «Знание», 1977.
Сборник «Проблемы онкологии и тератологии растений». Под ред. Э. И. Слепяна. Л., «Наука», 1975.
Сборник «Растение и химические канцерогены». Под ред. Э. И. Слепяна. Л., «Наука», 1978.

Л. ТОМАТИС. Мутагенез и канцерогенез.
L. Tomatis. Subcutaneous carcinogenesis by implants and by 7, 12—dimethylbenz [a] anthracene. Tumori, 1966, 52, 1-16
V. Turusov, L. Tomatis, D. Guibbert, B. Duperray and H. Pacheco. The effect of prenatal exposure of mice to methylcholanthrene combined with the neonatal administration of diethylnitrosamine. In: Transplacental carcinogenesis. Ed. L. Tomatis and U. Mohr. IARC Scientific Publ. No. 4, Lyon, 1973, 84-91
L. Tomatis and V. Turusov. Studies on the carcinogenicity of DDT. Gann, 1975, 17, 219-241
N. P. Napalkov, L. Tomatis, A. Y. Likhachev and V. I. Kolodin. The effect of N-nitrosoethylurea dosage and postnatal roentged irradiation on transplacental blastomogenesis in mice. Vop. Oncol., 1977, 23, 66-70
L. Tomatis, C. Agthe, H. Bartsch, J. Huff, R. Montesano, R. Saracci, E. Walker and J. Wilbourn. Evaluation of the carcinogenicity of chemicals: a review of the monograph program of the International Agency for Research on Cancer [1971-1977]. Cancer Res., 1978, 38, 877-885

Г. А. ГУРЗАДЯН. На орбите ультрафиолетовые обсерватории.
А. Г. Гурзадян. Внеатмосферная астрономия. — «Вестник АН СССР», 1973, № 6.
Г. А. Гурзадян. «Орион-2»: первые научные результаты. — «Вестник АН СССР», 1975, № 1.
Г. А. Гурзадян. Сверхмощный орбитальный телескоп. Что может дать науке вынесенный в космос телескоп с трехметровым зеркалом. — «Вестник АН СССР», 1977, № 12.

И. А. ГЛЕБОВ. Электромеханические преобразователи энергии.
Л. Н. Шатанов. Механическая система высокоскоростных электродвигателей. М., «Энергия», 1971.
В. В. Хрущев. Электрические микромашины автоматических устройств. Л., «Энергия», 1976.
Т. Г. Сорокер, В. И. Радин, Э. К. Стрельбицкий; И. П. Копылов. Развитие асинхронных двигателей общего назначения. «Электротехника», 1978, № 9.
И. А. Глебов, Я. Б. Данилевич. Научные проблемы турбогенераторостроения. Л., «Наука», 1974.
И. А. Глебов. Сверхмощные турбогенераторы для атомных и тепловых электростанций. «Вестник АН СССР», 1978, № 4.

Ю. А. ЖДАНОВ, А. Б. ГОРСТКО. Экономико-биологические системы.
Л. В. Канторович, А. Б. Горстко. Оптимальные решения в экономике. М., «Наука», 1972.
Ю. А. Жданов, А. Б. Горстко. Математическая модель рационального использования водных ресурсов Азовского бассейна. — «Водные ресурсы», 1975, № 3.
А. Б. Горстко. Математическое моделирование и проблемы использования водных ресурсов. Изд-во Ростовского ун-та, 1976.
Проблемы управления экосистемой Азовского моря. Опыт имитационного моделирования. — «Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы», серия «Естественные науки», 1977, № 2.

Статьи иностранных ученых, опубликованные в этом томе ежегодника, перевели:
Дж. Лара. Роль рениновой системы в возникновении гипертонии. — **И. Учитель**
И. Германн. История и культура северо-западных славян. — **В. Седов**
Дж. Дреш. Пятьдесят лет в геоморфологии. — **М. Горнунг**
Н. Като. Дифракция рентгеновского излучения — новейшие достижения теории. — **В. Рыдник**
Л. Томатис. Мутагенез и канцерогенез. — **Э. Козлов**
В. Ремек. «Салют-6» — «Союз-27» — «Союз-28»: полет и научные исследования. — **А. Бондарев**
М. Гермашевский. «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-30»: наблюдения и эксперименты. — **А. Бондарев**
З. Йен. «Салют-6» — «Союз-29» — «Союз-31»: впечатления, переживания, эксперименты. — **И. Кикнадзе**
Ч. Барта, Л. Штоурач, А. Тржиска. Космическая технология: рождение кристаллов в невесомости. — **А. Бондарев**
А. Ферзе. Радиохимический способ получения перфторированных соединений (Летопись науки, «Химия») — **А. Волконский**

Редактор переводов статей иностранных авторов — **Р. Чуйкова**

В подготовке статей и биографий авторов принимали участие:
М. Горнунг, С. Кипнис, В. Кураев, Г. Тихонова, В. Турусов, Н. Шестерня

Раздел «Сто лет назад» подготовил **С. Кипнис**

Оформление книги и макет **С. Барабаша**

Иллюстрации на шмуцтитулах **М. Дорохова**

В книге использованы фотоматериалы ТАСС

Редакторы: **И. Вирко, К. Гусева, Т. Кобзева, Е. Кондратьев, Г. Кремнева, В. Микулицкий, К. Петров**

Младший редактор **Т. Захарова**

Художественный редактор **В. Савела**

Технический редактор **Т. Луговская**

Корректор **Р. Колокольчикова**

ИБ №1657

Сдано в набор 19.06.79 Подписано к печати 25.01.80. Т 01324 Формат бумаги 84×108 1/16. Бумага люксоарт, бумага для гл. печати. Гарнитура «Таймс» Печать офсет, глубокая Усл. печ. л 42,0. Уч.-изд. л. 51,33. Тираж 100 000 экз. Заказ № 699 Цена 5 р. 30 к. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д 4
Индекс заказа 809704.
Ордена Трудового Красного Знамени Калининский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. г. Калинин, пр. Ленина, 5

Н 34 **Наука** и человечество. 1980. Международный ежегодник. М., «Знание», 1980.
400 с.
Этот том ежегодника знакомит с последними достижениями советской и зарубежной науки. Его авторы — крупнейшие ученые многих стран мира, лауреаты высших научных премий

Н $\frac{60000-079}{073(02)-80}$ 2-79 1401000000 72